

LEHRBUCH

DER

HYGIENE.



LEHRBUCH

DER

HYGIENE.

SYSTEMATISCHE DARSTELLUNG

DER HYGIENE

UND IHRER

WICHTIGSTEN UNTERSUCHUNGS-METHODEN.

ZUM GEBRAUCHE

FÜR

STUDIERENDE DER MEDICIN, PHYSICATS-CANDIDATEN, SANITÄTS-BEAMTE, ÄRZTE, VERWALTUNGS-BEAMTE

VON

DR. MAX RUBNER

O. Ö. PROFESSOR DER HYGIENE AN DER UNIVERSITÄT UND DIRECTOR DER HYGIENISCHEN INSTITUTE ZU BERLIN.

MIT 267 ABBILDUNGEN.

VIERTE AUFLAGE.

LEIPZIG UND WIEN

FRANZ DEUTICKE.

1892.

K. und k. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen

Vorwort.

Als der Verfasser, einer Aufforderung der Verlagsbuchhandlung entsprechend, an die Herausgabe einer neuen, dritten Auflage des Lehrbuchs der Hygiene von Nowak herantrat, ergab sich für ihn Schritt für Schritt die Nothwendigkeit einer vollkommenen Neugestaltung dieses Buches nach Anordnung und Inhalt, wie sie gegenwärtig vorliegt.

Diese Neugestaltung war zum Theil durch die seit dem Jahre 1883, in welchem die zweite Auflage erschienen war, in bedeutsamem Fortschreiten begriffene Wissenschaft und ihre Ergebnisse geboten, in vorwiegendem Maße aber durch den Umstand bedingt, dass die eigenen Wünsche und Anschauungen des Verfassers den Zwang eines fremden Systems nicht ertrugen.

So sind denn schließlich von dem ehemaligen Nowak'schen Lehrbuche (aus naheliegenden praktischen Gründen) die Holzschnitte verblieben und von dem Inhalte ein Theil dort, wo, wie bei der Beschreibung althergebrachter Methoden oder technischer Einrichtungen, dem Autor kein Spielraum individueller Darstellung sich bietet.

Aufgabe und Ziel des Verfassers war, nicht allein den Studierenden der Medicin das Wissenswerte vorzuführen, sondern auch dem Interesse des Sanitäts- wie Verwaltungsbeamten durch Besprechung der wichtigeren Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege gerecht zu werden.

Die systematische Darlegung der hygienischen Lehren begegnet zunächst durch den Umstand, dass eine richtige Gliederung des Stoffes, weder ungebürliche Anforderungen an Vorkenntnisse stellen, noch auch Wiederholungen bringen soll, weit mehr Schwierigkeiten, als man im allgemeinen denken sollte. Doch ist dieselbe nach anderen Richtungen hin wieder scharf vorgezeichnet.

Wer in der Hygiene die Lehren zur Erhaltung der Gesundheit und des Wohlbefindens darlegen will, darf nicht den Begriff des Krankseins, wie wir ihn heutzutage annehmen, als Grenze und Negation des Wohlbefindens bezeichnen.

Die Gesundheitslehre muss als Ausgangspunkt ihrer Lehren stets die Variationen der physiologischen Functionen herausgreifen und an diesen sich bemühen, richtige Marksteine der gesunden und behaglichen Existenz zu finden.

Eine ganz andere Aufgabe hat die Darstellung der öffentlichen Gesundheitspflege, für welche der zur Zeit einzig verwertbare Maßstab der Volksgesundheit — die statistische Erhebung der Mortalität — den Ausgangspunkt bilden muss.

Bei der Herstellung des Buches wurde ein besonderer Wert daraut gelegt, der Anschauung und Beschreibung durch eine reichliche Ausstattung mit Holzschnitten entgegen zu kommen, zumal es sich in der Hygiene vielfach um die Erweckung von Vorstellungen aus Gebieten handelt, für welche in der Vorbildung des Mediciners kein Raum gegeben ist.

In allen Theilen des Buches wurden die Untersuchungsmethoden kurz und mit Beiseitelassung des Unwesentlichen vorgeführt; somit wird es auch als Beihilfe für hygienische Curse dienen können.

Der wesentlichste und übersichtlichste Theil der hygienischen Literatur ist besonders mitgetheilt; ein Lehrbuch hat nicht die Aufgabe, alle Details derselben zu übermitteln, sondern es soll vielmehr dem Leser durch kritische Sichtung des Materials die Arbeit des Studiums erleichtern. Die Literaturangaben beziehen sich fast alle auf allgemein zugängliche Werke, welche aber namentlich für Physicatscandidaten und Sanitätsbeamte die umfangreichere Specialliteratur zu bieten geeigenschaftet sind.

Marburg, im Mai 1890.

Der Verfasser.

Vorwort zur 4. Auflage.

Die baldige Folge der neuen Auflage hat umfangreiche Änderungen der Anordnung des Stoffes wie des Inhalts nicht nöthig gemacht; doch sind überall die neuen Ergebnisse der Forschung, soweit sie als genügend festgestellt zu erachten sind, eingefügt und einige Capitel einer vollkommenen Neubearbeitung unterzogen worden.

Berlin, im August 1892.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichnis.

Fünfter Abschnitt. Das Wohnhaus.

Sechster Abschnitt. Städteanlagen.

Siebenter Abschnitt. Die Ernährung.

Seite

Zehnter Abschnitt. Gewerbehygiene.

Elfter Abschnitt. Ätiologie der parasitären Krankheiten.

Einleitung.

Alle Geschöpfe mit höherer Organisation besitzen in den Sinnesorganen Schutzeinrichtungen zur Erhaltung ihres Wohlergehens. Diese schützende Kraft entfalten die Sinnesorgane sogar in vielen Fällen, ohne dass es dazu einer besonderen Überlegung und Weiterverarbeitung der sinnlichen Eindrücke bedürfte, gewissermaßen automatisch. Wir sprechen in diesem Falle von Äußerungen reflectorischer Thätigkeit oder wenn die Wahrnehmung einer dem Körper nahenden Gefahr auf einem Gebiete liegt, welches zur Erkenntnis complicierterer Vorgänge des Gehirns bedarf, von Äußerungen des Instinctes.

Wenn schon wir in solcher Weise vor einer Reihe von Schädigungen bewahrt bleiben, wehren Instinct und Reflexbewegung nicht die Gesammtheit der Gefahren ab, weil viele nicht in einfacher Weise sinnenfällig werden. Es hat aber der Mensch durch seine höhere Intelligenz eine Reihe solcher verdeckt unser Wohlergehen bedrohenden Gefahren allmählich erkannt und er pflegt diese Kenntnisse in Erfahrungssätzen zusammenzufassen, welche in früheren Zeiten wie heute theils von Mund zu Mund weiterverbreitet werden, theils als Inhalt religiöser Lehren uns entgegentreten. Bei allen Völkerschaften finden sich derartig empirisch gewonnene Erfahrungen, welche sich auf die Erhaltung der Gesundheit beziehen. Die empirisch gewonnenen Sätze sind aber immer auf ein eng begrenztes Feld in ihrer Erkenntnis angewiesen, einmal schon deswegen, weil viele krankmachende Ursachen mit unseren Sinnen nicht wahrnehmbar sind, dann auch, weil die Erkenntnis der die Gesundheit betreffenden Einflüsse durch die Compliciertheit der Vorgänge, und durch den oft langen Zeitraum, welcher zwischen Ursache und Wirkung liegt, erschwert wird und der individuelle Wechsel der Sinneswahrnehmung die Objectivität der Beobachtung hindert. Nur auf die ursprünglichen Sinneswahrnehmungen angewiesen, würde durch Jahrhunderte und Jahrtausende unsere Erkenntnis kaum weiterschreiten.

Mit dem Aufschwung der Naturwissenschaften in diesem Jahrhundert ist auch für die Gesundheitslehre der Zeitpunkt gekommen, den engen Kreis empirischer Beobachtung zu überschreiten und an Stelle von Vermuthungen die Gewissheit der experimentellen Methode zu setzen. Obschon der zu lösenden Fragen so unendlich viele sind und ein in alle

Lebensverhältnisse eingreifendes Arbeitsfeld zur Thätigkeit aufforderte. hat sich die experimentelle Hygiene recht langsam aus den biologischen Disciplinen herausentwickelt.

Es lag dies in dem Umstande begründet, dass unmöglich an ein Studium von in der Natur gegebenen schädigenden Einflüssen auf die Gesundheit herangetreten werden konnte, ehe nicht der normale Ablauf des Lebens und jene Factoren, welche überhaupt Einfluss auf letzteres besitzen, erkannt waren, d. h. ehe noch die Physiologie sich zu einem gewissen Grade entwickelt hatte.

Die Hygiene hat wie jede medicinische Disciplin mit den übrigen gewisse Berührungspunkte; sie ist aber eine selbständige Disciplin und vereinigt alle Grundbedingungen einer solchen in sich: ihre eigene Methodik, ihre eigene Fragestellung und ein Arbeitsgebiet von unermesslicher Ausdehnung.

Man hat gemeint, die Abtrennung der neuen Disciplin könne für den Arzt umgangen werden, da vielleicht die eine oder andere der Hygiene verwandte Disciplin, ihren Rahmen erweiternd, das Wissenswerte der Hygiene mitzutheilen vermöchte. Es ist dies aber unmöglich, weil ein großer Theil der Hygiene nach Inhalt und Methode den übrigen Disciplinen wirklich ferne liegt, somit eine nur ganz fragmentarische Ausbildung die Folge wäre und weil dadurch die wissenschaftliche Entwickelung der experimentellen Hygiene zu Grabe getragen würde.

Die Begriffsbestimmung der Hygiene ist in mannigfacher Weise versucht worden. Wenig glücklich nannte man sie die Kunst, das Leben zu verlängern. Das gleiche Endziel haben doch auch die übrigen praktischen medicinischen Disciplinen. Dann hat man sie auch „präventive Medicin" genannt, indem ihr die Aufgabe zukäme, zu lehren, wie sich Krankheiten vermeiden ließen. Der volle Umfang der Hygiene ist das auch nicht. Nicht allein die Behütung der bestehenden Gesundheit ist ihre Aufgabe, sondern Gesundheit und Wohlergehen sind Eigenschaften, welche auch außerhalb der Grenze der Krankheit einer Vermehrung fähig sind. Und gerade diese Mehrung der Gesundheit ist eine fundamentale Aufgabe der Hygiene. Die Gesundheit muss uns jederzeit befähigen, den Kampf ums Dasein siegreich zu bestehen.

Die Hygiene ist keine Wissenschaft von stetigem Arbeitsgebiet; vielmehr ist das letztere den mannigfachsten Änderungen unterworfen. Der beständige Wechsel der dem Menschen dienstbar gemachten Kräfte, der Wechsel in den Industrien, die jeder neuen Erkenntnis der Zusammensetzung der Nahrungsmittel sich anpassende Nahrungsmittelverfälschung, der Wechsel der Krankheiten, schaffen wechselnde Lebensbedingungen und mehren die Erfahrungen, welche die experimentelle Hygiene kennen und welche sie erforschen muss.

Das Gebiet der Hygiene ist namentlich außerordentlich umfangreich; je nach dem Culturzustand eines Volkes, je nach der geographischen Lage eines Landes sind die hygienischen Bedürfnisse andere; ja auch die Lebenslagen des Einzelnen sind so unendlich mannigfaltige, dass nur in beschränktem Rahmen und nicht in durchweg erschöpfender Weise die Lehre der Hygiene sie umfassen kann.

* * *

Malthus hat Zweifel darüber geäußert, ob die hygienischen Bestrebungen, die Gesundheit und Volkswohlfahrt zu mehren, ihr hohes Ziel erreichen werden, weil die Menschen bei günstigen Ernährungsverhältnissen sich in geometrischer Progression, die Erträgnisse des Bodens, von denen die Subsistenz eines Volkes abhängt, aber in einem geringwertigeren Zahlenverhältnisse sich mehrten, somit jede Besserung der Lage nur eine kurzdauernde sei und alsbald Noth und Elend der weiteren Vermehrung eine eherne Schranke setzten. Die Hygiene helfe, indem sie das Leben vor Gefahren schütze, nur mit, eine besorgniserregende Vermehrung der Menschen herbeizuführen.

An diesen Voraussetzungen ist nun Manches nicht ganz zutreffend. Das Anwachsen der Bevölkerung ist keineswegs so rasch, wie Malthus meint, und liegt in manchen Staaten (Frankreich) zweifellos eine gewisse Regelung der Zeugung vor, so dass es zu bemerkenswerter Übervölkerung nicht kommen kann. Aber auch das Erträgnis eines Bodens ist kein feststehendes, sondern eine vermehrbare Größe; die Verwertung der Producte kann außerdem eine wesentlich bessere werden und wer kann heute wissen, ob nicht Fortschritte auf dem Gebiete der praktischen Ernährungslehre wesentliche Änderungen der Existenzbedingungen hervorrufen?

Spencer sieht eine gewisse Gefahr für die Menschheit in den Bestrebungen der Hygiene, weil durch die Minderung der Gefahren für die Gesundheit vielen schwächlichen Individuen die Möglichkeit der Existenz und Fortpflanzung gegeben sei. Durch hygienische Maßnahmen erhalten aber keineswegs nur Schwächliche ihre Existenz, sondern auch Gesunde eine weitere Mehrung dieses wertvollen Capitals und vielfach werden gerade von den Kräftigen drohende Gefahren abgewendet, wie z. B. durch die Maßnahmen gegen den Typhus. Die Krankheiten und ihre Folgezustände sind es, welche eine große Zahl der schwächlichen Individuen erzeugen; mit dem Erfolge hygienischer Bestrebungen werden also, weil die Erkrankungen gemindert werden, auch die schwächlichen Individuen an Zahl abnehmen müssen.

Auch die ökonomische Seite hat Spencer angegriffen. Er sagt, dass hygienische Maßregeln wohl im allgemeinen Verbesserungen schaffen, aber indem die Geldmittel zu diesen Verbesserungen durch Steuern aufgebracht werden müssten, schädige man den Minderbemittelten in anderer Richtung, indem man ihm die Subsistenzmittel entziehe. Auch dieser Einwand trifft nicht zu, weil eine Reihe hygienischer Maßnahmen gar keine Geldausgaben erfordert, sondern sparend wirkt. Wenn wir dem Alkoholismus entgegentreten, wenn wir auf grobe Unzweckmäßigkeiten und Materialverschwendungen in der Volksernährung hinweisen, wenn die Bedingungen rationeller Beleuchtung und Beheizung gegeben werden, so ist damit ein wesentlicher Geldgewinn verbunden. Aber auch andere Maßnahmen, für welche wesentliche Ausgaben gemacht werden müssen, wie für Canalisation, Wasserversorgung u. s. w., sind nutzbringende. Sie heben die Gesundheit, vermindern die Zahl der Krankheitstage und machen den Menschen tauglicher zur Arbeit. Dieser Gewinn ließe sich recht wohl in Geld ausdrücken und muss in Rechnung gezogen werden, wenn man die ökonomische Seite ins Auge fasst. Man darf nicht den einen oder anderen Posten zur Beurtheilung der Frage herausgreifen, sondern muss den Gesammterfolg betrachten.

* * *

Nach der oben gegebenen Begriffsbestimmung der Hygiene muss alles, was den Menschen in den verschiedensten Lebenslagen im Kampf ums Dasein stärkt, ihrer Fürsorge unterbreitet sein. Die Hygiene ist eine Disciplin, in welcher Theorie und Praxis nicht getrennt werden können und nur insoferne sie im Leben Verwertbares bietet, erfüllt sie ihren Zweck. Es muss also unser Blick stets diesem zugewandt bleiben und wir werden, wenn auch mit der Geduld Desjenigen, der den langsamen Schritt der die Allgemeinheit betreffenden Verbesserungen kennt, stets Controle über die wirklichen Erfolge zu führen haben. Erhöhen hygienische Verbesserungen die Gesundheit?

Eine solche Controle ist nicht ganz leicht zu üben, die medicinische Statistik bietet für diese Betrachtungen noch durchaus keine befriedigende Unterlage.

Eine gute Methode zur Beurtheilung der öffentlichen Gesundheit wäre die Angabe der mittleren Lebensdauer. Behufs ihrer Feststellung müssten die in einem (beliebigen) Jahre Geborenen einer fortdauernden Controle durch das ganze Leben hindurch unterzogen und Jahr für Jahr die mit dem Tode Abgegangenen gezählt werden, bis der Letzte der dem bestimmten Geburtsjahre Zugehörigen gestorben ist. Die Anzahl der von allen Angehörigen des Geburtsjahres durchlebten Jahre summiert und durch die Anzahl der beobachteten Personen dividiert, gibt die mittlere Lebensdauer. Eine solche Untersuchung (die „directe Methode“) ist wirklich an manchen Orten durchgeführt worden, aber wegen dem Wandertriebe der Bevölkerung, wegen der Mühseligkeit und wegen des erst nach vielen Jahren zu erlangenden Resultates verlassen. Man begnügt sich, die Lebenszeit aller, z. B. in einem Jahre Gestorbenen zu dividieren durch die Anzahl der Verstorbenen, wobei auch ein Wert für die mittlere Lebensdauer erhalten wird.

Diese Bestimmungsmethode ist aber ungenau, weil z. B. eine Mehrung der Geburten bei der in allen Ländern großen Sterblichkeit der Neugeborenen sofort diese berechnete „mittlere Lebensdauer“ erheblich vermindert, Minderung der Geburtsziffer mehrt aber die nach dieser Rechnungsweise gefundene Lebensdauer. Wegen der häufig fehlerhaften Berechnungsweise sind die Angaben der mittleren Lebensdauer mit Vorsicht aufzunehmen.

Noch häufiger pflegt man den gesundheitlichen Zustand nach der Sterblichkeitsziffer zu beurtheilen, indem man angibt, wie viele Personen auf 1000 Lebende und auf ein Jahr gerechnet sterben, z. B. beträgt die allgemeine Sterblichkeitsziffer: (nach G. Mayr).

Oberfranken	24·9
Pfalz	26·2
Unterfranken	29·1
Niederbayern	31·8
Mittelfranken	32·0
Oberpfalz	32·8
Oberbayern	35·1
Schwaben	37·5

Wenn nun auch immerhin dort, wo die Sterblichkeit eine beträchtliche ist, ein öffentlicher Übelstand vorliegen muss, so ist doch die Sterblichkeitsziffer kein absolut zuverlässiges Maß des Gesundheitsstandes, weil die einzelnen Altersclassen (Kinder, Erwach-

sene, Greise) eine sehr verschiedene Sterbeziffer haben und letztere außerdem mit dem Berufe etc. sehr wechselt.

Von 100 Gestorbenen treffen auf die einzelnen Altersclassen:

	Bayern	Belgien
Bis zu 1 Jahr	40·3	20·4
Von 1—5 Jahr	9·6	16·6
5—10 „	2·4	4·6
10—15 „	1·0	2·0
15—20 „	1·2	2·4
20—30 „	4·2	6·2
30—40 „	4·7	6·0
40—50 „	5·2	6·3
50—60 „	7·4	7·2
60—70 „	10·8	10·7
70—80 „	9·5	11·6
80—90 „	3·2	5·2
über 90 „	0·2	0·6

bei gleicher Mortalitätsziffer können die Gefahren für die einzelnen Altersclassen höchst ungleiche sein. Noch einwandsfreier ist diese Beziehung zu erheben, wenn man feststellt, wie das Verhältnis der Gestorbenen zu der Zahl der von jeder Altersclasse Lebenden sich gestaltet.

Altersclasse	Jahressterblichkeit auf 1000 Lebende der Altersclassen berechnet:		
	Italien 1870/72	Belgien 1865/67	Österreich 1869/72
5 bis 10 Jahre	11·6	12·7	9·8
10 „ 15 „	6·0	6·4	4·1
15 „ 20 „	7·4	7·6	6·3
20 „ 25 „	10·1	10·3	9·3
25 „ 30 „	11·0	11·2	9·7
30 „ 35 „	11·0	12·7	10·6
35 „ 40 „	13·3	13·5	12·6
40 „ 45 „	13·0	16·0	14·9
45 „ 50 „	16·9	17·1	18·1
50 „ 55 „	17·6	20·8	24·2
55 „ 60 „	31·3	26·6	32·9
60 „ 65 „	34·9	38·0	50·2
65 „ 70 „	61·9	57·3	67·0
70 „ 75 „	78·3	91·9	118·6
75 „ 80 „	137·1	135·5	156·0
80 „ 85 „	146·0	231·4	268·5
85 „ 90 „	205·5	316·7	342·2
90 „ 95 „	185·2	462·9	379·0
95 „ 100 „	243·0	515·4	447·1
Hundertjährige	246·8	750·0	309·7

In vorstehender Tabelle hat die Sterblichkeit des Kindes im ersten Lebensjahre keine Aufnahme gefunden. Auf 1000 Lebendgeborene treffen Gestorbene im ersten Lebensjahre:

Norwegen	104	Preußen	204
Schottland	119	Italien	228
Schweden	135	Ungarn	247
Dänemark	144	Österreich	251
England und Wales	154	Sachsen	263
Belgien	155	Baden	263
Frankreich	173	Bayern	327
Spanien	186	Württemberg	354
Niederlande	196		

Die Kindersterblichkeit beeinflusst am hervorragendsten die allgemeine Sterbeziffer; so ändert sich für die oben genannten Regierungsbezirke Bayerns nach Ausschluss der im ersten Lebensjahre Gestorbenen die Sterblichkeit folgendermaßen:

Sterblichkeitsziffer der über dem ersten Lebensjahre Stehenden:

Niederbayern	17·5
Oberfranken	17·5
Pfalz	18·2
Oberbayern	18·4
Oberpfalz	18·6
Mittelfranken	19·4
Schweden	19·5
Unterfranken	20·2

Nur bei ganz gleich zusammengesetzten Bevölkerungen kann die Sterbeziffer als Maß benützt werden.

Eine große Bedeutung hat die Feststellung der Todesursachen. (S. auch VI. Abschnitt, Cap. V.), weil dadurch die Besonderheit der obwaltenden Mängel der öffentlichen Gesundheit klar gelegt wird.

Die statistische Erhebung liefert nach dieser Richtung aber kein ganz einwandfreies Material; die Todesursachen können zunächst wegen fehlerhafter Diagnose des Arztes unrichtig angegeben sein; ferner stirbt ein sehr erheblicher Bruchtheil der Bevölkerung (der Kinder und Greise namentlich), ohne dass eine ärztliche Behandlung in Anspruch genommen worden wäre (in manchen Bezirken bis zu 4/5) und ohne dass ein Arzt die Leichenschau vornimmt. Aber selbst in jenen Staaten, in welchen eine obligate ärztliche Todtenschau besteht, ist die Diagnose der Todesursachen naturgemäß mit erheblicher Unsicherheit behaftet. Am sichersten sind die statistischen Ergebnisse für die Bevölkerung vom schulpflichtigen Alter bis etwa zum 50. oder 60. Jahre, und für jene Krankheiten, welche unter bedrohlichen Erscheinungen verlaufen, zu erhalten, Kindbettkrankheiten, Typhus, Krebs, Diphtherie, Schwindsucht, Scharlach. Bei Masern, Keuchhusten wird trotz häufiger Todesfälle der Arzt in wenig mehr als der Hälfte der Fälle befragt.

Bei allen Vergleichungen des Gesundheitszustandes verschiedener Gegenden oder gar verschiedener Länder muss man sich an die möglichen Fehler statistischer Erhebungen erinnern und darf nicht ohne weiteres Schlussfolgerungen ziehen. — S. IV. Abschnitt Cap. 1. und 2. und Abschnitt XI. und XII.

Die Mortalitätsstatistik müsste durch eine genaue Morbiditätsstatistik ergänzt werden. Die Krankheitshäufigkeit und Sterblichkeit stehen durchaus in keinem engen Verhältnis zu einander; zwar muss es dort, wo viele Menschen sterben, natürlich auch zahlreiche Kranke geben; aber andererseits ist eine sehr große Krankheitsziffer auch ohne hohe Mortalitätsziffer möglich und nachzuweisen.

Eine Morbiditätsstatistik wird in manchen Staaten auf Grund der ärztlichen Anzeigepflicht für manche Krankheiten mit Neigung zu epidemischer Verbreitung durchgeführt. Die Schwierigkeiten der Verwertung des Materials für statistische Zwecke nimmt aber in bedeutendem Maße zu.

In der überwiegenden Zahl von Krankheiten mit nicht sehr alarmierenden Symptomen wird der Arzt überhaupt nicht zugezogen; in manchen Fällen, in denen die Anzeige mit unbequemen sanitären Maß-

regeln für die Behandelten verknüpft ist (Desinfection, Isolierung u. s. w.), dieselbe wohl ganz unterlassen; für viele Krankheiten ist die Diagnose unsicher und die Abgrenzung gegen verwandte Krankheiten ganz unbestimmt. (Puerperalfieber, Diphtherie, Typhus abdominalis u. a. m.) So wünschenswert und nothwendig die Anbahnung einer Morbiditätsstatistik ist, so schwierig und unsicher kann die Verwertung zu wissenschaftlichen Schlüssen, sowie zur Beurtheilung der öffentlichen Gesundheit mitunter sein. Die Dignität der Ausbildung des Ärztestandes fällt für die Beurtheilung des Wertes einer Morbiditätsstatistik schwer und ausschlaggebend ins Gewicht.

Eine gute Morbiditätsstatistik berichtet uns übrigens nur über diejenigen Personen, deren Krankheit unter einem der bekannten klinischen Krankheitsbilder verläuft, den hygienischen und sanitären Zustand der Bevölkerung schildert sie uns noch nicht; alle jene in einer Morbiditätsstatistik nicht figurierenden Personen sind durchaus noch nicht gesund in hygienischem Sinne. Um den Gesundheitszustand zu schildern, dazu bedürfte man eingehender Erhebungen über die körperliche Entwickelung, die Körperkraft, den Ernäherungszustand u. a. m. Eine solche Gesundheitsstatistik wäre dann in Vergleich mit der Morbidität zu setzen und zu zeigen, an welchem Materiale gewissermaßen die krankmachenden Einflüsse arbeiten; bei gleicher Morbiditätsziffer müsste das Urtheil über die sanitären Zustände verschieden lauten, je nachdem ein guter oder schlechter Gesundheitszustand bei den Nichtkranken sich findet.

Die gesundheitlichen Verhältnisse, wie sie heutzutage liegen, sind nicht befriedigend; wir hoffen die Nachtheile allmählich zu beseitigen und unsere Zustände einem gewissen Ideale, das wir näher bezeichnen wollen, zuzuführen.

Durch die ganze organische Welt ist das Leben der Individuen zeitlich begrenzt, wenn schon die einzelnen Arten von Pflanzen und Thieren sich äußerst verschieden verhalten. Das Leben des Elefanten oder mancher Fische währt an 200 Jahre; das Leben mancher Insecten erlischt, ehe sie die Sonne eines Tages sinken sehen. Die einer Art gesteckte Grenze scheint aber strenge beibehalten und auch bei dem Menschen wird bei Vermeidung aller Schädlichkeiten an einer bestimmten Grenze aus inneren Gründen das Leben erlöschen. (S. auch Abschnitt XI.) Ob diese natürliche Grenze jemals wird verschoben werden können, entzieht sich unserem Wissen. Aber selbst an diese Grenze heran werden wir niemals alle Menschen führen können, weil keineswegs alle Einflüsse, welche das Leben schädigen, vermeidbar sind. Unglücksfälle aller Art, Naturereignisse, Missgeburten werden zu jeder Zeit ihre Opfer fordern, Krieg und Mord werden wir nicht zu bannen vermögen; wir müssen also unsere Wünsche weiter einschränken.

Man wird im allgemeinen sagen dürfen, dass die Zeit zwischen dem 70. und 80. Lebensjahr die Grenze darstellen dürfte, über welche hinaus das mittlere Leben zu verlängern kaum gelingen wird. Es wäre dies also unser Ideal, welchem wir zur Zeit zustreben. Nimmt man als mittleres Lebensalter 75 Jahre, so würde die Sterbeziffer 13·3 Promille sein müssen. Von letzterer sind wir, wie gesagt, im allgemeinen noch weit entfernt; dass wir aber nichts Unwahrscheinliches erstreben, geht aus den Angaben von Farr hervor, welcher in England 207 Districte nennt, die in den Jahren 1847 bis 1871 nur 15 bis 17 Promille Mortalität aufwiesen.

* * *

Das Gebiet der zu besprechenden Aufgabe der Hygiene ist ein äußerst ausgedehntes. Zunächst werden die chemischen Eigenschaften der Atmosphäre und die Schädlichkeiten, welche durch Veränderungen der Atmosphäre erzeugt werden, zu besprechen sein, dann die physikalischen Einflüsse, wie Luftbewegung, Luftdruck und die Temperaturverhältnisse. An die letzteren hat die Frage anzuknüpfen, wie man sich durch die Kleidung gegen den Wärmeverlust zu schützen habe. Das Entstehen des Bodens und seine Einwirkung auf die Gesundheit bedarf einer eingehenden Erörterung, um mit den früher genannten Factoren zusammengenommen die Beherrschung des Menschen durch Wetter und Klima völlig zu erkennen. Hieran reiht sich die Betrachtung „des Hauses", nach Heizung, Ventilation und Beleuchtung, und jener complicierenden Verhältnisse, wie sie sich bei Städteanlagen herausbilden, die Fragen der Bodenreinhaltung, Vermeidung der Flussverunreinigung und des Leichenwesens.

Es werden ferner außer den Grundgedanken der praktischen Ernährungslehre die normalen und abnormalen Eigenschaften der Nahrungs- und Genussmittel zur Darstellung kommen. Da besondere Lebensverhältnisse, wie jene der ersten Lebensjahre, jene des Schulkindes, jene der Gefangenen, der Kranken, der Arbeiter u. s. w. eine größere Bedeutung haben, so werden diese gesonderten hygienischen Maßnahmen einen eigenen Platz finden müssen.

Die Lehre von den thierischen und pflanzlichen Mikroparasiten soll alsdann als Basis zur Besprechung der Volkskrankheiten, der übertragbaren Thierkrankheiten und der Mittel behufs Vermeidung der Erkrankungen wie der Desinfection, Verkehrsbeschränkung, Schutzimpfungen, u. s. w. dienen.

Wie in den wichtigsten Staaten die Organisation der öffentlichen Gesundheitspflege zur Durchführung gelangt ist, wird in dem letzten Abschnitt behandelt werden.

Geschichte der Gesundheitspflege.

I.

Die Hygiene hat in geringerer oder größerer Ausdehnung als einfache Erfahrungswissenschaft bei allen Culturvölkern staatliche Pflege gefunden. In den Uranfängen der Geschichte treffen wir auf solche Bestrebungen; sie treten meist als Theil religiöser Lehren uns entgegen. Der Priester, wie so häufig der Vermittler jeglicher Gesittung, ist auch im Besitze des ärztlichen Wissens und der Wächter über die Ausführung dessen, was wir aus seinem Wirkungskreise als Maßregel von hygienischer Bedeutung herauszulesen gelernt haben.

Bei den alten Ägyptern, welche schon anderthalb Jahrtausende vor unserer Zeitrechnung nach dem Papyrus von Ebers sehr entwickelte anatomische Kenntnisse, Kenntnisse von den verschiedenartigsten Eingeweidewürmern, von gewissen Augenkrankheiten, der Lepra u. s. w. besaßen, waren außer den mehr auf die Priester beschränkten Speiseregeln und Vorschriften über die Hautreinigung, über die Grenzen privater Gesundheitspflege hinausgehende Bestrebungen, wie sich solche in den allgemeinen Bauanlagen sich offenbaren, nicht zu verkennen. Die Canäle, Schleußen, Entwässerungsgräben, welche die Abfallstoffe der Städte theils bebauten Landstrecken, theils der Wüste zuführten (Rieselfelder), zeigen von ihrem Culturstande. Isokrates rühmt das hohe Alter der Ägypter.

Die hygienischen Vorschriften, welche Moses erließ, sind hauptsächlich von den Ägyptern entlehnt und nur einzelne Punkte nach den vorhandenen Bedürfnissen modificiert. Die bei den Ägyptern nur bei den Priestern geübte Beschneidung wurde auf alle Männer ausgedehnt. Den geschlechtlichen Verkehr regelten mehrfache Bestimmungen; Ehen unter Verwandten wurden verboten, ebenso der Beischlaf während der Menstruation. Die mosaischen Bücher enthalten auch Vorschriften über die Begräbnisanlagen, Beseitigung der menschlichen Dejecte, die Reinhaltung der Brunnen und Wasserbehälter, Isolierung der aussätzigen und ansteckenden Kranken.

Unter den Völkern des Alterthums haben die Griechen und Römer bezüglich der öffentlichen Gesundheitspflege das Meiste geleistet. Viele Staatsmänner und Philosophen Griechenlands beschäftigten sich in eingehender Weise mit gesundheitlichen Fragen und hielten an der Anschauung fest, dass der Staat verpflichtet ist, für die Gesundheit der Bürger zu sorgen. Lykurg (1800 v. Chr.) lehrte, dass zur Kräftigung des Körpers Mäßigkeit, Einfachheit der Sitten, Abhärtung nöthig sei; er

bezeichnet die Erziehung der Kinder als eine Aufgabe des Staates, indem er den Grundsatz aufstellt: „dass Keiner für sich allein da ist, sondern mit Anderen für das Ganze lebt.“

Auch Solon, Pythagoras, Plato und Aristoteles huldigten diesen Anschauungen Lykurg's und verlangten Gesundheitsbeamte, die sie für unentbehrlich hielten.

Besonders waren es Plato und Aristoteles, welche ein hohes Verständnis für die Bedeutung der Gesundheitspflege bewiesen. Sie legten den größten Wert auf eine richtige Kindererziehung, insbesondere auf die gymnastischen Übungen und auf die Ringkunst. Der Geist und der Körper dürfen nicht zugleich angestrengt werden, weil jede der beiden Anstrengungen ihrer Natur entgegengesetzt wirkt, indem die des Körpers den Geist, die des Geistes den Körper hindert. Aber auch über dieses Maß persönlicher Fürsorge hinaus war ihr Augenmerk allgemeinen Maßnahmen, öffentlichen Wasserleitungen, Bädern, der Anlage von Straßen und der Herstellung von Bauten zugewendet.

„Das, was wir am meisten und am häufigsten für den Körper brauchen,“ sagt Aristoteles, „hat auch den meisten Einfluss auf die Gesundheit. Es ist das besonders die Luft und das Wasser. Für eine Stadt ist das Nothwendigste eine gesunde Lage. Wasser und Quellen müssen in gehöriger Menge, womöglich in der Stadt selbst vorhanden sein; ist dies nicht der Fall, so wird geholfen durch Anlage von zahlreichen und großen Behältern zur Aufnahme des Regenwassers, so dass im Falle der Absperrung vom Lande während eines Krieges niemals ein Mangel daran entstehen kann. Deshalb muss in einer vorsorglichen Stadtverwaltung, wenn nicht alles Wasser gleich gut und keine Fülle von guten Quellen vorhanden ist, zwischen dem zum Genuss und dem zu anderen Zwecken bestimmten Wasser ein Unterschied gemacht werden.“

Bezüglich der Turnplätze und der Bäder sagt Plato: „In allen Städten sollen die Jünglinge theils für sich selber Turnplätze, theils für die Greise, die diesen nöthigen warmen Bäder anlegen, damit diese Bäder den Erkrankten heilen und den von der Feldarbeit angegriffenen Leibern eine Pflege gewähren, welche ihnen weit besser bekommt, als die eines nicht besonders tüchtigen Arztes.“ „So setze man also noch drei Stadtaufseher ein, welche theils für die Straßen der Stadt, sowie für die Wege, welche vom Lande in sie hineinführen, theils für die Häuser zu dem Zwecke, dass sie den Gesetzen gemäß gebaut werden, und endlich auch dafür Sorge tragen, dass alles Wasser in hinreichender Menge in die Behälter gelange und sich darin rein erhalte.“

Bei den Römern finden sich schon in den 12 Tafeln sanitäre Maßregeln von hoher Bedeutung niedergelegt: die Beaufsichtigung der Lebensmittel, Cloaken und Canäle, die Regelung der Leichenbestattung und das Verbot der Beerdigung innerhalb der Stadt. Zur Überwachung dieser Vorschriften waren Censoren bestimmt.

Mustergiltig waren die römischen Badeanlagen. In der frühesten Zeit begnügten sich die Römer mit dem Wasser, welches sie aus der Tiber oder aus Brunnen schöpften; aber schon im Jahre 614 v. Chr. wurde unter dem König Ancus Marcius die erste Leitung, die Aqua Marcia gebaut, deren Quellen 10 Kilometer von der Stadt entfernt lagen. Am Ende des ersten Jahrhunderts zählt Julius Frontinus, der das vornehme Amt eines Wassercurators bekleidete, in seinem Buche „über die

Wasserversorgung von Rom" neun Wasserleitungen auf, welche reines Quellwasser von den Bergen her, aus Entfernungen bis zu 80 Kilometer, in einer Menge von 1500 Millionen Liter der Stadt zuführten. Die Technik der Wasserleitung, wie Vitruvius in seinem Werke über Architektur darthut, war eine hochentwickelte.

Die großen Wassermengen, über welche Rom verfügte, kamen der allgemeinen Gesundheit sehr zugute. Es war dadurch die sorgfältige Reinigung der Straßen, die Errichtung zahlreicher Bäder, die Schwemmung der Canäle ermöglicht.

Außer den vielen Privatbädern gab es auch öffentliche Bäder, zu denen Augustus die erste Anregung gab. Großartig eingerichtet waren die Bäder des Nero, der Agrippina, des Diocletian, des Titus, des Trajan. Unter Justinian gab es 815 öffentliche und private Bäder und 1352 große Bassins und Reservoirs, welche durch 14 Aquäducte gespeist wurden.

Schon zur Zeit des fünften Königs, Tarquinius Priscus, wurde eine unterirdische Canalisation angelegt, die unter Tarquinius Superbus zur Vollendung kam. Durch dieses Canalnetz wurde der wasserreiche, fast sumpfige Boden Roms entwässert und zugleich die Unreinigkeit der Stadt mittelst der Cloaca maxima nach der Tiber abgeführt.

Bis zu Augustus gab es in Rom noch viele Lehmhäuser; Augustus gab eine städtische Bauordnung heraus, bald entstanden Häuser aus Stein und Marmor. Die Höhe der Häuser wurde auf 70 Fuß festgesetzt; Trajan erniedrigte sie auf 60 Fuß. Die römischen Häuser hatten gewöhnlich nur ein Obergeschoss; die Familienzimmer sahen mit ihren Fenstern in die Höfe, welche durch ihre weite Anlage genügend Licht und Luft boten. Die Straßen aber hatten nur eine geringe Breite. Nach dem großen Brande unter Nero wurde bei den Neubauten eine gewisse Breite der Straßen im Verhältnis zur Höhe der Häuser, die Anlage von Höfen und Säulengängen vorgeschrieben.

Die Bau- und Gesundheitspolizei war in den Händen von Ädilen, Censoren und Curatoren, die mit großer Machtvollkommenheit ausgestattet waren. Sie führten die Aufsicht über Gebäude und Cloaken, über den Markt und den Nahrungsmittelverkauf. Dagegen scheinen sich die damaligen öffentlich angestellten Ärzte an den Bestrebungen zur Hebung der öffentlichen Gesundheit nicht betheiligt zu haben. Sie sind nur als Armenärzte thätig gewesen.

II.

Mit dem Zusammensturze des Römerreiches giengen nahezu alle Errungenschaften, welche die Gesundheitspflege im Alterthum gemacht hatte, verloren, und als sich wieder in späterer Zeit die Gedanken mit dem öffentlichen Wohle beschäftigen mussten, hatte die Fürsorge ein ganz anderes Ziel als ehedem.

Die christliche Auffassung des Mittelalters war dem Interesse und der Förderung des Gesundheitswohles nicht günstig. Das Christenthum kümmerte sich anfangs wenig darum, den Leib zu pflegen, ihm galt vielmehr der Körper als etwas, was dem Heile der Seele entgegensteht und möglichst zu bekämpfen ist. Die Vernachlässigung der Leibespflege

wurde zum Verdienste, und der heiligen Agnes rühmte man nach, dass sie aus Frömmigkeit sich jedes Bad versagte.

Und doch war gerade das Mittelalter von Seuchen, welche die Bevölkerung mancher Landstriche fast vernichteten, heimgesucht. Vornehmlich war es die Pest, welche wiederholt die ganze bewohnte Welt als Pandemie überzog. Bekannt ist jener Seuchenzug der justinianischen Pest (Beulenpest), der von Pelusium seinen Ausgang nahm (542 n. Ch.). Ferner die Pandemie der Jahre 1346—1353, als „schwarzer Tod" bezeichnet, welche etwa 26 Millionen Menschenleben forderte.

Außer der Pest, welche übrigens erst seit Mitte des 18. Jahrhunderts für Centraleuropa in ihrer Bedeutung zurücktrat, waren die chronischen Exantheme, der Aussatz (Lepra) und die Syphilis, namentlich durch die Kreuzzüge eingeschleppt, für das 12. bis 15. Jahrhundert zu Landplagen geworden.

Alles, was zur Bekämpfung derselben gethan wurde, war mehr der Ausfluss der Forderungen der Nächstenliebe, denn Maßregeln, welche eine Ausrottung dieser Seuche hätten erreichen können. So sehen wir im Mittelalter die Errichtung zahlreicher Hospitäler.

Im ersten Jahrhundert begegnen wir den sogenannten Xenodochien, welche den Charakter von Herbergen hatten; im 4. und 5. Jahrhundert wurden einzelne Gebäudetheile der Klöster für die Krankenpflege benützt, und erst im 6., 7. und 8. Jahrhundert wurden Krankenhäuser, welche zur Pflege und Behandlung von Kranken aller Art bestimmt waren, hauptsächlich durch kirchlichen Einfluss gegründet. Zu den ältesten Hospitälern gehört das Krankenhaus auf dem Monte Casino aus dem 6. Jahrhundert, das Hôtel de Dieu in Paris aus dem 7. Jahrhundert, San Spirito in Rom aus dem 8. Jahrhundert.

In Deutschland hat namentlich der „Deutsche Orden" zur Verbesserung der Hospitalspflege beigetragen.

Zur Unterkunft der mit ansteckenden Krankheiten Behafteten dienten die sogenannten „Leprosenhäuser", geistliche Orden übernahmen Pflege und Wartung in den Spitälern.

Von einem Studium der Bedingungen, welche auf die Verbreitung der Volkskrankheiten von Einfluss waren, konnte bei dem damaligen Stande der Naturwissenschaften keine Rede sein, da man die erschreckende Sterblichkeit theils als wohlverdiente Strafe des Himmels hinnahm, theils die Ursachen in der ungünstigen und bösen Conjunction der Planeten suchte, nicht aber in der Beschaffenheit der Städte, die, auf engem Raume eine verhältnismäßig übergroße Bevölkerung zusammenpferchend, mit ihren schmalen Gässchen, von hohen Mauern, von versumpften Wallgräben umgeben, die Begräbnisplätze in ihrer Mitte bergend, jeder Krankheit eine ergiebige Brutstätte werden mussten.

Die zahlreichen Pestordnungen, welche bei den wiederholten Pestseuchen gegeben wurden, gehen alle einzig und allein von dem Grundgedanken der möglichsten Absperrung aus; sie stützen sich auf die allgemein herrschende Ansicht von der Contagiosität der nur im Oriente primär entstehenden Pest.

III.

Aus diesem tiefen und traurigen Verfalle hat sich das Gesundheitswesen nur sehr langsam gehoben. Zwar ist da und dort seit Mitte des

vorigen Jahrhunderts eine zunehmende Entwickelung der staatlichen Organisation und Erweiterung des Arbeitsgebietes hervorgetreten.

Aber erst seit Beginn unseres Jahrhunderts haben die mannigfaltigsten Gründe zur Hebung des Gesundheitswesens und zur Erweiterung der hygienischen Gesichtspunkte mitgewirkt. Nicht zum Mindesten war es die größere geistige Regsamkeit und Aufklärung, welche sich in den breiteren Schichten der Bevölkerung geltend, für neue Eindrücke empfänglich machte, neue Bedürfnisse und höhere Lebensansprüche schuf.

Die engen Umfassungsmauern, lange Zeit ein Hemmnis für die Entwickelung gesunder Verhältnisse, fielen, und damit kehrte Sonne, Wärme und frische Luft in den Städten ein.

Freilich brachte manche Umwälzung in den Productionsverhältnissen auch wieder neue Schäden. Mit der Entwickelung der Industrien hatte sich ein bedeutender Menschenstrom nach den Städten gezogen. Die Überfüllung der Wohnungen förderte haarsträubende Zustände, die geldgierige Ausbeutung durch manche Fabriksherren, die unwürdige Knechtschaft, der körperliche Ruin der Jugend, die gesundheitsschädliche Anlage der Fabriken führten einen großen Theil der Bevölkerung dem gesundheitlichen Niedergang entgegen.

Die Abgänge der Fabriken drohten durch die Flussverunreinigung zu einer Landplage zu werden und die Wasserversorgung mancher Gebiete zur Unmöglichkeit zu machen. Seit den Dreißigerjahren bedrohte die pandemisch gewordene Cholera die öffentliche Gesundheit.

Aber all diese hereinbrechenden Nachtheile sind nur zum stets erneuten Anstoße zu reger Arbeit nach ebenso viel neuen Richtungen hin geworden, und überall war man bestrebt, den allgemeinen Übeln nach Thunlichkeit zu steuern.

Der Angelpunkt aller hygienischen Entwickelung lag in dem Fortschritte der Medicin. Seitdem der frische naturwissenschaftliche Geist immer mehr und mehr alle Theile derselben durchdrang, seitdem man die Krankheiten und ihre Ursachen und die Bedingungen, welche dem normalen Menschen geboten sein müssen, um gesund zu bleiben erkannt hatte, trat an die Stelle rein doctrinärer Behauptung die wissenschaftliche Durchforschung der Fragen, an Stelle der Zaghaftigkeit und Zweifel die Macht der Überzeugung.

Die hygienischen Lehren sind nicht mehr in den engen Rahmen des staatlichen Gesundheitswesens eingeschlossen, sondern sind Gemeingut des ganzen Volkes geworden; sie werden sich dort weiter entwickeln und befruchtend zurückwirken auf das öffentliche Gesundheitswesen. Die Erfolge in der Hebung der Gesundheit treten mehr und mehr zu Tage in der Verminderung der Sterblichkeit und Verlängerung der Lebensdauer. In London starben zu Elisabeth's Zeiten 42 Promille im Jahre, 1846 nur mehr 25 Promille, 1876 24 Promille, und zwar bei fortschreitender Vergrößerung der Millionenstadt.

Die Erfolge und die Anwendung der hygienischen Lehren hätte aber in unserem Jahrhundert nie diese Ausdehnung gewinnen können, wenn nicht alle hygienischen Bestrebungen in so außerordentlicher Weise durch die hohe Entwickelung der Technik und Industrie unterstüzt worden wären.

Erster Abschnitt.

Die Atmosphäre.

Erstes Capitel.

Zusammensetzung der Luft.

Der Mensch bedarf unbedingt zu seiner Existenz der Sauerstoffaufnahme durch die Atmosphäre, um die mit dem Leben unzertrennlich verknüpften oxydativen Spaltungen der Nahrungs- oder Körperstoffe, welche die Quelle des Lebens darstellen, ausführen zu können. Der nie versiegende Quell, aus welchem wir unser Sauerstoffbedürfnis befriedigen, ist die uns umgebende Atmosphäre. Mit der Athmung schaffen wir die Luft in die Lungen zum Gasaustausche mit den Blutkörperchen; diese führen den Sauerstoff, an Hämoglobin gebunden, im Kreislauf weiter; durch die Athmung befreien wir das Blut von den gasförmigen Zersetzungproducten, die im Lebensprocesse sich bilden.

Die Luft ist aber ferner auch, indem sie uns stets umgibt, ein Medium, welches Wasserdampf aufzunehmen im Stande ist, sei es nun, dass sie bei der Athmung mit der feuchten Schleimhaut in Berührung tritt, oder dass sie, im Contact mit der Haut, von dieser Wasserdampf entführt. Für den Transport der von dem Körper abgegebenen Wärme hat sie keine geringe Bedeutung.

Die Atmosphäre enthält durchwegs Stickstoffgas, Sauerstoffgas, Wasserdampf und Kohlensäure; als mittlere Zusammensetzung kann man nach Magnus annehmen:

100 Theile Luft enthalten:

78·8	N
20·7	O
0·47	OH_2
0·03	CO_2

Neben diesen Stoffen kommen fast überall in allerdings minimalen Mengen Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure vor, ferner Ozon, Wasserstoffhyperoxyd, Staubpartikelchen und Organismen. Durch die menschliche Athmung und Industrie werden der Atmosphäre aber vielfach noch andere Bestandtheile zugeführt, welche wesentliche Verunreinigungen der Luft schaffen und Schädlichkeiten bedingen können.

Die Menge der täglich eingeathmeten Luft ist sehr bedeutend, etwa 9 m^3 = 11·6 *kg* pro 24 Stunden, doch wird keineswegs immer nur die zur Deckung des O-Bedarfes nöthige Luft zugeführt, sondern unter den Bedingungen des täglichen Lebens betreiben wir eine Luxusathmung (Mosso). Am wenigsten wird bei vollkommener Ruhe im Liegen Luft zugeführt, mehr beim Sitzen, Lesen, Stehen (20—30% mehr), Fahren und Gehen (60—90%), rasches Gehen, Laufen und Schwimmen mehrt die Athmung auf das 3—4 fache. (Smith.) Die ausgeathmete Luft enthält nach Vierordt:

79·2% N
15·4% O
4·4% CO_2

(auf trockene Luft gerechnet); die ausgeathmete Luft ist außerdem mit Wasserdampf gesättigt.

Der Stickstoff.

Der Stickstoff, chemisch ziemlich indifferent, wiegt pro 1 *l* bei 0° und 760 *mm Hg*-Druck 1·106 *g*. Sein Absorptionscoëfficient in Wasser ist nach Bunsen bei 0° 0·02035, bei 20° 0·01403.

Trotz der bedeutenden Menge von Stickstoff, welche wir einathmen, scheint derselbe hygienisch ohne weitere Bedeutung zu sein. Zwar findet sich in den thierischen Flüssigkeiten, wie Blut, Speichel, Galle, Harn, überall Stickstoff, aber nicht mehr als etwa durch Absorption zurückgehalten werden kann. Die Menge des Stickgases im Blute und den Säften wird bei Erhöhung des Luftdruckes proportional dem Drucke (Henry-Dalton'sches Gesetz) vermehrt (P. Bert). Das Stickgas spielt auch im Leben der Pflanze keine active Rolle (Saussure, Boussingault), indem sie es weder zum Aufbau der Eiweißkörper noch auch deren Vorstufen verwerten können. Auch bei den Processen der normalen regressiven Metamorphose in den Pflanzen wird kein freies Stickgas gebildet. Ebensowenig finden wir in Thieren wie Menschen bei der Zersetzung der stickstoffhaltigen Eiweißkörper eine Abspaltung von gasförmigem Stickstoff, wie durch unumstößliche Beweise dargethan ist (Bidder und Schmidt, Voit, Gruber).

Dass bei Fäulnisprocessen, wie sie durch Spaltpilze eingeleitet werden, Stickgas aus complicierteren Verbindungen abgespalten werde, wird von mancher Seite bezweifelt (Hüfner), von anderer Seite für die bei Pflanzenfressern im Darme auftretenden Zersetzungsvorgänge behauptet (Zuntz).

In seinen Beziehungen zum Menschen ist das Stickgas indifferent und nur insoferne von Bedeutung, als es die übrigen Bestandtheile der Atmosphäre verdünnt.

Das Ammoniak.

Das Ammoniak (NH_3) ist ein constanter, mit Tageszeit und Jahreszeit (Fodor) in seiner Menge wechselnder Bestandtheil der Atmosphäre. Es ist gebunden an CO_2, NO_2H und NO_3H. Die erste Verbindung ist flüchtig und vertheilt sich mehr gleichmäßig in der Atmosphäre; Nitrat und Nitrit sind aber nicht flüchtig, sondern nur als staubähnliche

Masse mit der Tendenz sich niederzusenken und sehr ungleichmäßig vertheilt. Es findet sich zwischen 0·02 bis 5·55 *mgr.* Ammoniak im Kubikmeter Luft (Fresenius, Levy, Fodor). Als Quelle des Ammoniaks muss die Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanz im Boden angesehen werden. Deswegen sind auch dem Boden nahe Luftschichten ammoniakreicher als andere.

Regen, Nebel und Schnee waschen die Ammoniakverbindungen aus der Luft aus und beladen sich selbst mit diesen Verbindungen.

In 1 *l* Regenwasser wurde gefunden 4 *mg* NH_3
„ 1 *l* Schneewasser „ „ 10 *mg* NH_3
„ 1 *l* Nebelwasser „ „ 50 *mg* NH_3

Ein Einfluss der geringen Ammoniakmengen auf die Gesundheit besteht wohl nicht.

Salpetersäure und salpetrige Säure.

Die beiden Säuren finden sich in wechselnden Spuren immer in der Luft; sie stammen von dem Stickgas der Atmosphäre, welches sich unter dem Einflusse elektrischer Entladungen direct mit dem Sauerstoff verbindet. Auch bei Verbrennungsprocessen unsrer Heiz- und Beleuchtungsmaterialien treten beide Säuren auf, besonders reichlich, wenn stickstoffhaltige organische Verbindungen verbrennen, wie Eiweißkörper, Amide u. dgl. (Stohmann, Rubner), aber auch bei Verbrennung stickstoffreier Stoffe (Rubner). Die Säuren verbinden sich sodann mit dem Ammoniak der Atmosphäre oder dem auch bei Verbrennungsprocessen selbst erzeugten Ammoniak. Ihre Quantität ist sehr gering, so dass sie nur in den Niederschlägen Regen, Schnee etc. nennenswert hervortreten. Ein Einfluss auf die Gesundheit scheint daher durchaus fraglich. In Deutschland fallen mit einem Liter Regenwasser zwischen 0·7 und 2·99 *mg* Salpetersäure (Eichhorst).

Der Sauerstoff.

Der Sauerstoff, obschon in weit geringerer Menge als der Stickstoff, an der Zusammensetzung der Luft betheiligt, ist für den Menschen und seine Cultur nach den verschiedensten Richtungen hin unentbehrlich.

Bei der Athmung des Menschen werden bedeutende Mengen von Sauerstoff nothwendig. Ein Erwachsener bei mittlerer Kost und mittlerer Arbeit verbraucht 800 bis 1000 *g* im Tage, jede Muskelarbeit, jeder Hautreiz (Kälte, Wärme), Schlafen, Wachen ändern unseren Sauerstoffbedarf (s. S. 15). Auch die Pflanzen verbrauchen, solange sie nicht Chlorophyll führen oder im Dunkeln gehalten werden, reichlich Sauerstoff.

Der Sauerstoff mit allen Elementen außer Fluor sich verbindend, erzeugt nahezu bei allen diesen Verbindungen (Oxydationen) Wärme. Besonders reichlich tritt letztere bei der Oxydation organischer Stoffe unter Abspaltung von CO_2 und OH_2 (und Stickgas, Salpetersäure und salpetriger Säure), welche wir deswegen Verbrennungen nennen, auf. Und gerade durch diese Eigenschaft hat er eine unermesslich weite Rolle nicht nur für die biologischen Processe, sondern für die gesammte menschliche Cultur, für die mannigfaltige Anwendung, welche wir von Beheizung und Beleuchtung machen. Der Sauerstoff ist das wichtigste Mittel, auf-

gespeicherte chemische Spannkräfte uns aufzuschließen, in Wärme überzuführen und nutzbar zu machen.

Der Sauerstoff ist farb- und geruchlos, schwerer als Stickgas; 1 *l* wiegt bei 0° und 760 *mm Hg*-Druck 1·4336 *g* und sein Absorptionscoëfficient ist bei 0° 0·0411, bei 20° 0·0284 (Bunsen), demnach größer als jener des Stickgases. Das von Wasser in Berührung mit Luft absorbirte Gasgemenge ist daher reicher an *O* und ärmer an *N*, als die Atmosphäre selbst, und enthält 35 Procent *O* und 65 Procent *N*.

Absorbiert kommt der Sauerstoff in den thierischen Flüssigkeiten, Speichel, Galle, Harn nur in äußerst kleinen Quantitäten vor, weil ja innerhalb des Organismus der Sauerstoff begierig von den Zellen in Beschlag genommen wird. Nur das arterielle Blut enthält sehr reichlich gasförmigen Sauerstoff, 22 bis 25 Procent des Volumens des Blutes, aber an Hämoglobin gebunden. Diese Verbindung nimmt bei höherem Drucke als einer Atmosphäre kaum mehr Sauerstoff als bei gewöhnlichem Drucke auf, zerlegt sich aber unter Gasentwickelung, wenn der Druck wesentlich sinkt (Dissociationsgrenze). Neben diesem locker gebundenen Sauerstoff ist aber im arteriellen Blute auch noch absorbierter Sauerstoff, dessen Menge direct abhängig ist vom Atmosphärendruck, vorhanden (P. Bert, Bohr).

Trotz der außerordentlich zahlreichen Quellen des Sauerstoffconsums ändert sich, so weit unsere Erfahrungen reichen, die Zusammensetzung der Atmosphäre nicht. Der *O*-Gehalt schwankt nur zwischen 20·84 und 20·97 Procent (Davy, Humbold, Gay-Lussac, Regnault, Bunsen) an Orten, an welchen intensive Fäulnisvorgänge ablaufen, z. B. in den Gangesniederungen hat man 20·3 Procent Sauerstoff gefunden (Regnault). Die Meeresluft enthält bei Tage durch Austreibung der absorbierten Gase aus dem Wasser etwas mehr Sauerstoff als Nachts (Lewy); die Waldesluft enthält nicht mehr Sauerstoff als die übrige Luft.

Die natürlich vorkommenden Schwankungen des Sauerstoffgehaltes sind ohne allen nachweisbaren Einfluss auf die Gesundheit. Gefahrdrohende Erscheinungen treten bei einer Verminderung des *O*-Gehalts auf 11 bis 12%, der Tod bei etwa 7·2% *O*-Gehalt ein. (S. II. Cap. Luftdruck.) Die normale Zusammensetzung der Atmosphäre wird erhalten, weil im Gegensatze zu den Sauerstoff consumierenden Vorgängen die chlorophyllführenden Pflanzen Reductionen unter Austritt gasförmigen Sauerstoffs erzeugen und die Processe der Sauerstoffentziehung (biologische Processe, Verbrennungsprocesse) im Verhältnis zu dem *O*-Vorrath der Atmosphäre an sich nicht so bedeutend sind. Locale Unterschiede werden durch die vorzügliche Luftmischung, welche die Winde besorgen, leicht ausgeglichen.

Der qualitative Nachweis des Sauerstoffes hat nur höchst selten Bedeutung für die Hygiene. Wenn es sich nur um eine Orientierung über starke Verminderung des Sauerstoffgehaltes handelt, so mag die Prüfung mit einem Kerzenlicht, ob es erlischt oder weiter brennt, ausreichen. Im Übrigen wird es stets auf die quantitative Messung des Sauerstoffgehaltes ankommen, worüber unten berichtet werden wird.

Ozon.

Das Ozon, bestehend aus drei zu einem Molekül verbundenen Sauerstoffatomen, findet sich weit verbreitet in der Atmosphäre. Es zeigt ein weit stärkeres Oxydationsvermögen als der gewöhnliche Sauerstoff, ist dichter und hat einen eigenthümlichen Geruch. Es vermag Phosphor in phosphorige Säure, Arsen in arsenige Säure, Silber in Silberoxyd, Ammoniak in Salpetersäure und Wasser, Stickstoff zu salpetriger und Salpetersäure, Wein-

geist in Aldehyd, Essigsäure in Ameisensäure umzuwandeln. Es oxydiert den Farbstoff der Guajaktinctur, wodurch letztere blau wird, zersetzt Jodkalium und färbt Stärkekleister blau.

$$2\,KJ + OH_2 + O = 2\,KOH + J_2.$$

Thalliumoxydul geht in braunes Oxyd über.

Wegen der mächtigen Wirkungen des Ozons hat man vermuthet, dass dasselbe wohl auch in den Lebensprocessen eine Rolle spielen möchte. Im Blute findet sich aber kein Ozon, und das Bestehen von Kampheröl und Chromogenen, welche an der Luft sehr leicht oxydiert werden, innerhalb der lebenden Pflanzenzelle schließt auch für letztere die Anwesenheit von Ozon aus.

Manche glauben, dass der Ozongehalt der Atmosphäre mit dem Kommen und Gehen von Epidemien in ursächlichem Zusammenhange stehe. Es ist dies aber einerseits nicht wahrscheinlich, weil sich nur minimale Mengen von Ozon überhaupt in der Atmosphäre finden, z. B. in Montsouris nach langjährigen Beobachtungen in 1 m^3 Luft nur bis 2 *mg* Ozon, und andererseits ist die Stubenluft stets frei von Ozon, also könnten Epidemien nie zum Erlöschen kommen. Doch mag es immerhin eine gewisse Aufgabe erfüllen, indem es z. B. in bewohnten Bäumen von den angehäuften staubförmigen Partikelchen unter Zersetzung derselben in Beschlag genommen wird (Wolffhügel). Da in diesem Staube Mikroorganismen aller Art sich finden, wäre die Möglichkeit einer gesundheitlichen Wirkung nicht ausgeschlossen (Cash); die Gewissheit des Nutzens ist aber nicht erbracht.

Bezüglich der Einwirkung auf den Menschen selbst ist zu beachten, dass künstlich hergestellte sehr ozonreiche Luft keineswegs erhöhtes Wohlbefinden, sondern lange anhaltenden Schnupfen und Kehlkopfirritation hervorruft.

Das Ozon der Atmosphäre entsteht durch elektrische Entladungen (Schönbein), ob es auch durch Wasserverdunstung erzeugt wird, wie früher angenommen, ist fraglich geworden (Schöne); ebenso ist die Ausathmung von Ozon durch Pflanzen unhaltbar. Es findet sich überall im Freien, in Städteluft weniger, gar nicht in der Stubenluft. Nach 10. jährigen in Montsouris bei Paris angestellten Beobachtungen fällt das Minimum des Ozongehalts auf die Monate Nov. Dec. Jan. das Maximum auf Mai, Juni, Juli. Regnerische und windige Tage mehren den Ozongehalt, (Jacolot.)

Die in der Atmosphäre aufzufindenden Elektricitätsmengen schwanken erheblich: ihr Minimum wird Mai, Juni, Juli, ihr Maximum im Nov. Dec. Jan. gefunden. Besondere hygienische Verwertung lassen die Elektricitätsmessungen der Atmosphäre nicht zu.

Nachweis des Ozons. Zur Erkennung des Ozons wird am häufigsten das nach Schönbein mit einer Mischung von Stärkekleister und Jodkalium bestrichene und getrocknete Reagenspapier verwendet (10 Theile Stärke, 200 Theile Wasser, 1 Theil Jodkalium). Guajaktinktur wird gebläut (auch durch Chlor- und Stickstoffdioxyd), Mangansulfatpapier durch Bildung von Hyperoxyd gebräunt, gelbes Blutlaugensalz in rothes verwandelt.

Zur quantitativen Bestimmung spannt man trockenes Jodkalium-Stärkekleisterpapier über eine mittelweite Glasröhre und schiebt ein zweites weiteres Rohr darüber, so dass das Reagenspapier, das Lumen der Röhre überspannend, mit den Enden zwischen beide Röhrchen festgeklemmt wird. Durch die Glasröhre saugt man sodann mit einem Aspirator eine gemessene Menge von Luft (mehrere Stunden hindurch). Die Sonnenstrahlen müssen durch einen Schirm abgehalten werden (Wolffhügel). Nach beendigtem Versuche wird das Papier herausgenommen und durch Befeuchten mit Wasser die blaue Farbe der Jodstärke erzeugt und diese Färbung mit der Schönbein'schen Ozonscala", auf welcher verschieden abgestufte blaue Töne aufgetragen sind, verglichen. Man hat zehn verschiedene Abstufungen des Ozongehaltes angenommen.

Die Methode ist ungenau, da Wasserstoffsuperoxyd, flüchtige organische Säuren, salpetrige Säure gerade wie Ozon wirken; sie ist ungenau, weil die Wirkung auch vom Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängt (Schöne). Trockenes Ozon wirkt gar nicht (Engler und Nasse); schwefelige Säure und Schwefelwasserstoff, viele organische Substanzen vernichten die blaue Färbung, vermindern also die Wirkung des Ozons.

Bei Verwendung von Thalliumoxydul ist der Feuchtigkeitsgrad der Luft ohne Einfluss, auch salpetrige Säure stört nicht; aber die Reaction ist weniger empfindlich als das Stärkekleisterpapier.

Von einer genauen Messung des Ozons kann zur Zeit keine Rede sein.

Wasserstoffsuperoxyd.

Schönbein hatte in den atmosphärischen Niederschlägen noch eine andere Modification des Sauerstoffes, das Autozon gefunden; es ist namentlich von Engler und Nasse

die Identität des Antozons mit Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2) erwiesen worden. Immer in der Luft vorhanden, ist es besonders in Regen, Schnee und den Graupeln leicht nachzuweisen. 1 *l* der Niederschläge enthält etwa 0·182 *mg* H_2O_2. Bei Südwest- und Westwind sind die Niederschläge reicher an Wasserstoffsuperoxyd als sonst. Das Maximum trifft auf den Juli mit 0·499 *mg* pro Liter, das Minimum auf den December mit 0·022 *mg* pro Liter.

Da das Wasserstoffsuperoxyd viele Reactionen mit dem Ozon theilt, namentlich jene auf Jodstärkekleisterpapier, so ist von den früheren Beobachtungen über das Vorkommen von Ozon manche auf Wasserstoffsuperoxyd zu beziehen (Schöne).

Nachweis des Wasserstoffsuperoxyds. Die quantitative Bestimmung des Wasserstoffsuperoxyds ist sehr genau ausführbar. Wasserstoffsuperoxyd zersetzt übermangansaures Kali in saurer Lösung:

$$2\ KMnO_4 + 5\ H_2O_2 + 3\ SO_4H_2 = SO_4K_2 + 2\ MnSO_4 + 8\ H_2O + 5\ O_2$$

Man stellt sich eine Lösung von übermangansaurem Kali (3 : 1000) her und bestimmt deren Wert durch Titration eines Eisensalzes von bekannten Gehalte (0·56 Eisen = 0·17 H_2O_2). Die Lösung von Wasserstoffsuperoxyd wird dann mit Schwefelsäure stark angesäuert, in einem Becherglas durch Einträufeln der Lösung von übermangansaurem Kali bis zur bleibenden Rothfärbung titrirt (Schöne, Brodie).

Für den Nachweis in den atmosphärischen Niederschlägen muss jedoch eine colorimetrische Methode benützt werden, welche auf der Ausscheidung von Jod aus neutralem Jodkalium durch Wasserstoffsuperoxyd ohne Zusatz von Eisenvitriol beruht.

Wasserstoffsuperoxyd zersetzt Jodkalium viel langsamer als Ozon und nur rasch wenn man Eisenvitriol zusetzt. Man macht sich durch Mischen von Jodkaliumstärkekleister und Wasserstoffsuperoxyd eine geeignete Farbenscala, welche z. B. im Liter 0·1 bis 1·0 *mg* H_2O_2 entspricht, nimmt dann 25 cm^3 filtriertes Regen- oder Schneewasser, setzt Jodkaliumstärkekleister zu und wartet fünf bis sechs Stunden bis zu dem Auftreten der richtigen Farbenintensität.

Man hat sich, ehe man die Proben ausführt, stets durch andere Reactionen von der Anwesenheit des H_2O_2 zu überzeugen. Jodkaliumstärkekleister färbt sich auf Zusatz von Eisenchlorid blau; Guajaktinktur färbt sich nach Zusatz von Blut oder Malzauszug blau. Sehr charakteristisch ist die Reaction mit Chromsäure. Man bringt zu einer Chromsäurelösung etwas H_2O_2, fügt Äther hinzu und schüttelt kräftig durch. Der oben aufschwimmende Äther färbt sich dann schön blau.

Chlor, Ozon, freie salpetrige Säure, welche auch aus Jodkalium Jod ausscheiden, zersetzen sich in wässeriger Lösung sofort mit Wasserstoffsuperoxyd.

Der Wasserdampf.

An keinem Punkte der Erde, soweit sie dem Menschen zur Wohnung dient, fehlt Wasserdampf in der Atmosphäre. Auch die Luft der Wüste, wie die Luft des Kältepols, dessen Wintertemperatur weit unter dem Gefrierpunkt des Quecksilbers liegt, enthalten Wasserdampf.

In sehr bedeutenden Höhen aber, welche für uns unerreichbar sind, wird die Luft wasserdampffrei sein, da, wie Beobachtungen lehren, die Wasserdampfmenge rascher abnimmt, als die Dichtigkeit der Luft.

Die Menge des Wasserdampfes der Luft wird wesentlich bedingt durch das Vorhandensein ausreichender Wassermengen, welche der Verdampfung unterliegen und durch die Lufttemperatur.

Wenn man in einen luftleeren Raum, z. B. in eine mit Quecksilber abgesperrte Barometerröhre, ein Tröpfchen Wasser aufsteigen lässt, so verdunstet sofort ein Theil des Wassers; das Barometer fällt. Dieses Fallen ist hervorgerufen durch den Druck, d. h. die Tension des Wasserdampfes. Es verdunstet aber keineswegs alles in die Röhre gebrachte Wasser, sondern — genügenden Vorrath vorausgesetzt — nur ein Theil, wie lange man auch warten mag. Wir sagen dann, der Raum ist mit Wasserdampf gesättigt. Erwärmt man aber die Röhre, so verdunstet wieder Wasser, wie man an der Zunahme der Tension und

dem Sinken des Quecksilbers erkennt. Die Zunahme der Tension mit der Temperatur erfolgt nach einem ganz anderen Gesetze als etwa die Ausdehnung eines Gases. Je höher die Temperatur wird, umsomehr Wasser verdampft für 1° Temperaturzuwachs, während die Gase sich gleichmäßig ausdehnen. Nachfolgende Tabelle gibt uns die Werte der Tension = *e* in *mm Hg*, ferner die Menge des in 1 m^3 Luft vorhandenen Wasserdampfes = *f*, ausgedrückt in Gramm.

t	*e*	*f*	*t*	*e*	*f*
	mm	*g*		*mm*	*g*
—10°	2·0	2·1	14°	11·9	12·0
—8°	2·4	2·7	15°	12·7	12·8
—6°	2·8	3·2	16°	13·5	13·6
—4°	3·3	3·8	17°	14·4	14·5
—2°	3·9	4·4	18°	15·4	15·1
0°	4·6	4·9	19°	16·3	16·2
1°	4·9	5·2	20°	17·4	17·2
2°	5·3	5·6	21°	18·5	18·2
3°	5·7	6·0	22°	19·7	19·3
4°	6·1	6·4	23°	20·9	20·4
5°	6·5	6·8	24°	22·2	21·5
6°	7·0	7·3	25°	23·6	22·9
7°	7·5	7·7	26°	25·0	24·2
8°	8·0	8·1	27°	26·5	25·6
9°	8·5	8·8	28°	28·1	27·0
10°	9·1	9·4	29°	29·8	28·6
11°	9·8	10·0	30°	31·6	30·1
12°	10·4	10·6	50°	—	83·4
13°	11·1	11·3	70°	—	199·3

Bei dem Abkühlen eines Raumes, welcher mit Wasserdampf gesättigt ist, erfolgt Condensation; alle meteorischen Niederschläge, Schnee, Hagel, Regen, Thau, beruhen auf solchen.

Die Thaubildung beweist also, dass die Luft für die gegebene Temperatur mit Wasserdampf gesättigt ist. Die Thaubildung erfolgt nur bei Gegenwart geringer Staubmengen in der Luft.

An den mitgetheilten Eigenschaften des Verdampfens wird nichts geändert, wenn etwa der Raum, in welchem sich der Wasserdampf verbreiten soll, bereits Luft (oder andere Dämpfe oder Gase) enthält. Nur die Geschwindigkeit, mit welcher die Sättigung eintritt, wird vermindert, und zwar umsomehr, je dichter die Luft, d. h. je größer der vorhandene Barometerdruck ist. Ist ein Gemisch von Wasserdampf mit anderen Gasarten etc. vorhanden, so könnte man den auf die Wasserdampfmoleküle zu beziehenden Druckantheil (die Tension) auch „Partiärdruck“ des Wasserdampfes heißen.

Wenn nicht so viel Wasser vorhanden ist, um einen Raum mit Dampf zu sättigen, so bezeichnet man die Grade ungenügender Sättigung nach Procenten als „relative Feuchtigkeit“. Enthält ein Raum nur halb so viel Wasserdampf, als er bei voller Sättigung enthalten sollte, so ist seine relative Feuchtigkeit = 50 Procent, bei $^1/_3$ Sättigung = 33·3 Procent u. s. w.

Bei verschiedenen Temperaturen, bei ein und derselben relativen Feuchtigkeit sind ganz verschiedene Quantitäten Wassers nothwendig, um die normale Tension, d. h. die Sättigung, hervorzurufen, z. B. bei 50 Procent relativer Feuchtigkeit bei 0° nur 2·44 *g* pro 1 m^3 Luft, bei 30° aber 15·0 *g* Wassers. Da nun die austrocknende Wirkung davon abhängen wird, wie viel 1 m^3 Luft Wasser aufzunehmen vermag, hat man eine besondere Bezeichnung für die Größe, welche angibt, um wie viele Millimeter Quecksilber die Tension erhöht werden muss oder wie viele Grammen Wasser 1 m^3 Luft bis zu voller Sättigung noch aufnehmen kann, gewählt; ersteres ist das „Spannungsdeficit", letzteres das „Sättigungsdeficit" benannt worden.

Die in einer gegebenen Luftmasse vorhandene Feuchtigkeit bezeichnet man häufig, im Gegensatze zu der in Procenten ausgedrückten „relativen Feuchtigkeit", als „**absolute Feuchtigkeit**".

* * *

Die Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre unterliegen mannigfachen Schwankungen; die einzelnen Jahreszeiten, wie Tageszeiten zeigen eine wesentliche Verschiedenheit der absoluten Feuchtigkeit, wie Fig. 1 aus der Tension des Wasserdampfes für München Apenrade und Halle erkennen lässt. Man beobachtet aber auch gesetzmässige tägliche Schwankungen der Feuchtigkeit, welche gleichfalls in Fig. 1 dargestellt sind. Im Wesentlichen liegen ja diese letzteren begründet in den täglichen Temperaturschwankungen, wie man am deutlichsten bei den in der Nähe der See gelegenen Orten erkennen kann (Fig. 1, Apenrade). Im Binnenlande tritt aber ein störendes Moment dazwischen. Die Feuchtigkeit ist hier nicht so reichlich vorhanden, dass allezeit die wärmere Luft auch genügend Wasserdampf zu gleichheitlicher Sättigung aufnehmen könnte und man sieht daher schon bald nach der Durchwärmung des Bodens am Morgen das Anwachsen der absoluten Feuchtigkeit unterbrochen, weil ein lebhaft aufsteigender warmer Luftstrom den einem Seeklima gegenüber nicht überreichlichen Wasserdampf in die Höhe drängt (s. München, Sommer).

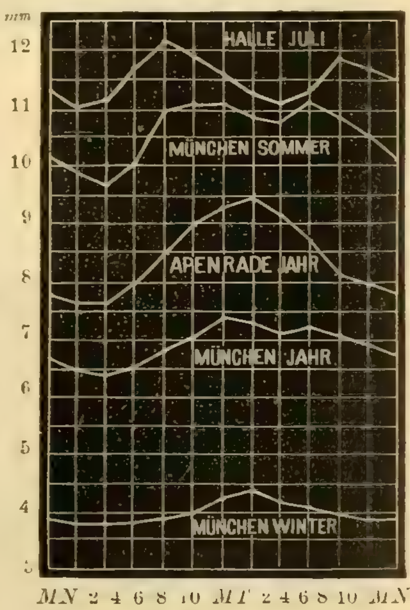


Fig. 1.

Erst Nachmittags, nachdem der aufsteigende Luftstrom geringer wird, wächst die Feuchtigkeit ein zweitesmal (wenigstens im Sommer).

Da die Verdunstung von Feuchtigkeit nicht immer mit der Erwärmung der Luft gleichen Schritt hält, beobachtet man auch typische Schwankungen der relativen Feuchtigkeit, über welche Fig. 2 Aufschluss gibt (für Wien).

Besonders wichtig sind die Schwankungen des Spannungsdeficites, da dieses die austrocknende Wirkung der Luft im Wesentlichen bedingt. Fig. 3 gibt uns die monatlichen Schwankungen eines Seeortes mit feuchter Luft und eines Ortes im Binnenlande mit vorwiegend trockener Luft: Borkum und Berlin.

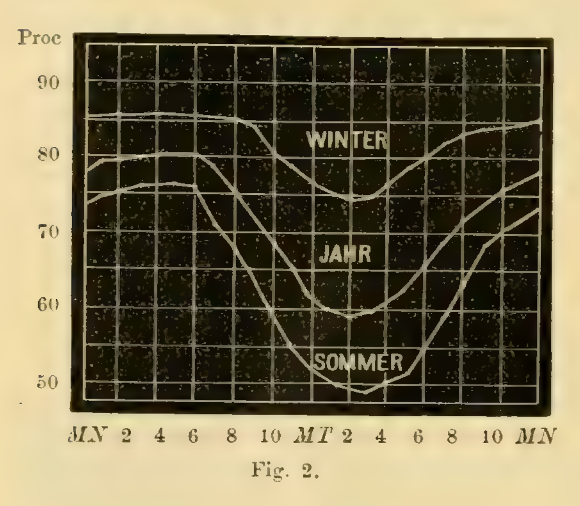


Fig. 2.

Die hauptsächlichsten Schwankungen der Luftfeuchtigkeit werden durch den Wechsel der Temperatur hervorgerufen; solche von geringer Größe können durch die unter dem Wechsel des Barometerdrucks sich ausbildende Compression oder Verdünnung der Luft erzeugt werden.

Der Wasserdampf wiegt nur 0·623, das specifische Gewicht der Luft = 1 gesetzt; feuchte Luft ist also leichter wie trockene.

* * *

Der *Wasserdampfgehalt* der Luft zeigt mancherlei Einwirkungen auf den *Menschen*, directe wie indirecte. Er wirkt regulierend auf die Lufttemperatur, indem er Sonnenstrahlen absorbirt, aber auch die von der Erde des Nachts ausgestrahlte Wärme länger zurückhält; er wirkt auf alle Stoffe organischer Natur in unserer Umgebung, indem er den Gehalt an hyproskopischem Wasser mit dem Wechsel relativer Feuchtigkeit ändert.

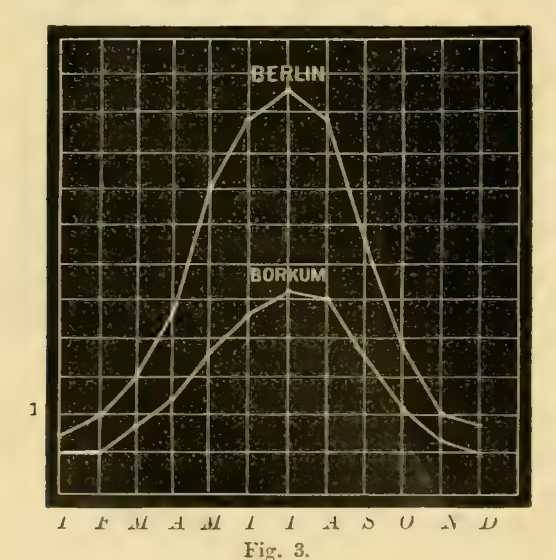


Fig. 3.

Alle festen Körper ziehen, wie bekannt, die sie umgebenden Gasmoleküle an und umhüllen sich mit ihnen in dünnster Schicht; so werden offenbar auch die Wasserdampfmoleküle an den festen Stoffen fixiert. Manche Körper zeichnen sich aber durch eine sehr hervorragende Anziehung für Wasserdampf aus und diese nennt man *hygroskopisch*, einige unter ihnen zerfließen in dem aufgenommenen Wasser (Chlormagnesium, Pottasche Chlorcalium, Galle), andere nehmen nur eine begrenzte Menge auf und erleiden außer, einer Volumzunahme keine Veränderung.

Hygroskopisch sind alle getrockneten Einweißstoffe, Organtheile, Stärke und Mehlsorten, Holzarten, Laminaria, trockene Pilze und Bakterienmasse, normale Pilzsporen, Bekleidungsstoffe, Tabak. Bisweilen findet man bei mittlerer Luftfeuchtigkeit 12—15% (Eiweißstoffe, Mehlsorten) in anderen Fällen aber bis zu 40% (Pilzsporen) hygroskopisches Wasser. In pulverige Substanzen dringt es rasch, in größere feste Körper (Holz z. B.) nur langsam ein.

Das hygroskopische Wasser wird einzig und allein von der relativen Feuchtigkeit der Luft in seiner Menge beeinflusst, nicht von der Höhe der Temperatur; große oder geringe Luftgeschwindigkeit lassen die Menge der hygroskopischen Feuchtigkeit absolut unverändert.

Man glaubt, dass der Wechsel der Feuchtigkeit indirect auf die Vermehrung und Verminderung des Gehalts der Luft an Mikroorganismen wirke und speciell auf die Verbreitung epidemischer Volkskrankheiten wie Typhus, Cholera, Diphtherie Einfluss habe.

Die Wasserdampfabgabe erfolgt bei dem Menschen durch Haut und Lungen, besonders die erstere hat die Aufgabe den wechselnden Bedürfnissen der Wasserdampfausscheidung gerecht zu werden. Bei den meisten Thieren tritt die Wasserdampfausscheidung durch die Haut wesentlich gegenüber jener der Lungen zurück; sie zeigen daher auch bei selbst nicht übermäßig hohen Temperaturen eine außerordentliche Vermehrung des Athemrythmus.

Die Wasserdampfausscheidung ist unter Umständen die einzige Quelle des Wärmeverlustes und hat dann eine außerordentlich wichtige Function. (S. II. Abschnitt.)

Der Wasserdampf wird zum Theil dem Körper je nach dem wechselnden Wassergehalt der Atmosphäre direct entzogen, etwa so wie aus leblosen Gegenständen Wasser verdunstet — als ein rein passiver Vorgang. Wenn man aber bei ganz denselben Feuchtigkeitsverhältnissen einen Organismus unter verschiedene physiologische Zustände bringt, so scheidet er recht wechselnde Wasserdampfmengen aus — ein Zeichen einer activen Function.

Man kann also von vornherein die Wasserdampfausscheidung nicht immer gleich beurtheilen. Sie ist für den Menschen nur unvollkommen bekannt, bei Thieren von Rubner genauer verfolgt.

Die W a s s e r d a m p f a u s s c h e i d u n g zeigt sich, solange die Temperaturen nicht sehr hohe sind (30—35°) von der r e l a t i v e n F e u c h t i g k e i t (bezw. Trockenheit) beeinflusst. Je feuchter die Luft, desto weniger wird abgegeben; es wird vorausgesetzt, dass die Thiere mit einer für ihr Bedürfnis geeigneten Nahrung versehen sind.

Bei den hohen Temperaturen wie 30—35°, bei welchen der Athem fliegend wird — die Bluttemperatur aber sich noch nicht ändert, — ändert der Wechsel der Feuchtigkeit die Wasserdampfmenge nicht. Je feuchter die Luft, um so rascher der Athem.

Die Menge des verausgabten Wasserdampfs wechselt auch bei der nämlichen Luftfeuchtigkeit sehr nach den physiolog. Zuständen des Körpers.

Sie hängt von der T e m p e r a t u r ab. Das Minimum der Wasserdampfausscheidung liegt etwa bei 15° und darunter, wechselnd je nach der Behaarung (Bekleidung) u. Ernährung eines Thieres.

Bei niederen Temperaturen wird viel Wasserdampf ausgehaucht, weil durch die lebhafte Verbrennung, welche zur Erhaltung normaler Eigenwärme nothwendig ist, viel Luft nothwendig wird und die Athmung zunimmt. Von einer mittleren Temperatur ansteigend, nimmt die Wasser-

verdampfung schließlich rapid zu, weil mit steigender Temperatur die Schwierigkeiten für die Wärmeabgabe zunehmen; indem eine Verminderung der Verbrennung auf wärmerregulatorischem Wege nicht mehr eingeleitet werden kann.

Bei gleicher Feuchtigkeit, gleicher Temperatur, aber ungleicher Nahrungszufuhr wechselt die Wasserdampfausscheidung besonders stark, wenn die Lufttemperaturen über 13—15° liegen. Je reichlicher die Nahrungszufuhr (besonders an Eiweiß) ist, um so mehr wird Wasserdampf ausgeschieden. Unter solchen Umständen ändert der Wechsel des Wasserdampfs in der Luft nur wenig dessen Ausscheidung.

Bei niedrigen Lufttemperaturen scheint die Variation der Ernährung ohne Einfluss auf die Wasserdampfabgabe. Je stärker die Behaarung bei desto niedrigerer Temperatur ist das Minimum der letzteren und um so mehr macht die Temperatur ihren die Wasserausscheidung mehrenden Einfluss geltend.

Ein wichtiger Faktor ist die Arbeitsleistung. Der Barometerdruck zeigte sich innerhalb der für den Menschen bedeutungsvoller Druckgrenzen zwar wirksam, die Zunahme der Wasserverdampfung beträgt aber selbst beim Sinken auf eine halbe Atmosphäre nur einige Prozente.

Der Wasserverlust, den der erwachsene Mensch bei gewöhnlicher Temperatur und mittlerem Feuchtigkeitgrad im Tag erfährt, beträgt:

Hungernder	1·25 %	des Körpergewichts
bei mittlerer Kost	1·32 %	„ „
bei reichlicher Kost	1·72 %	„ „
bei starker Arbeit im Tagesmittel . .	2·91 %	„ „
bei starker Arbeit von der Arbeitszeit auf das Tagesmittel gerechnet . . .	7·71 %	„ „
an heißen Sommertagen	4·87 %	„ „

Die Wasserdampfung ist bei kleinen wie großen Geschöpfen auf die Körpergewichtseinheit berechnet unter gleichen Umständen dieselbe.

Der wechselnde Wasserdampfgehalt der Atmosphäre übt auf die Eiweiß- und Fettsetzung so wie auf die Gesammtwärmeproduction der Thiere keinen Einfluss; dagegen steht der Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung in directer Abhängigkeit zum Feuchtigkeitgrad der Luft. Je trockener die Luft umsoweniger Wärme verliert man durch Strahlung und Leitung.

Die Feuchtigkeit erhöht bei niedrigen Temperaturen die Kälteempfindung; die Schwankung der Luftfeuchtigkeit um 12·8% erzeugt eine ähnliche Vermehrung des Wärmeverlusts durch Leitung wie eine Verminderung der Temperatur um 1° C.

Von einem normalen Wassergehalt der Luft, wie man es bisher that, kann man nicht gut reden, da die Bedingungen der Wasserdampfausscheidungen so mannigfache sind.

Die Wirkung der Wasserverdampfung äußert sich darin, dass die Körpersäfte und Organe concentriert werden.

Die Wasserdampfabgabe durch Haut und Lunge darf nicht zu reichlich sein, oder, wie man zu sagen pflegt, die Luft nicht zu trocken sein, weil sonst an der Schleimhaut des Schlundes und der Mundhöhle, vorzüglich der Zungenwurzel und des Gaumens, Trockenheit und Brennen empfunden wird. Die Stimme kann heiseren Klang annehmen, die Schleim-

haut rissig werden und zum Eindringen von Infectionserregern Veranlassung geben.

Zu feuchte Luft erzeugt die Empfindung von Schwüle und Beklemmung, Ohnmachts- und Schwächegefühl; Störungen der Körpertemperatur treten auf.

Die Menge des bei Körperruhe abgegebenen Wasserdampfes beträgt etwa 900 *g* täglich, wovon 600 *g* auf die Haut, 300 *g* auf die Lungenathmung kommen.

Was die Wasserabgabe mit der Athmung anlangt, so findet man die ausgeathmete Luft, was auch ihre Temperatur und Wasserdampfgehalt bei der Einathmung gewesen sein mag, mit Wasserdampf für die Temperatur zwischen 30 bis 37° gesättigt. Da nun im Allgemeinen (siehe Tabelle, Seite 20) die Luft umsoweniger Wasserdampf enthält, je kälter sie ist, so wird in der Regel die kalte Luft auf die Schleimhaut der Luftwege austrocknender wirken als die warme.

Wenn wir an einem mäßigkalten Wintertag Luft von 0° C. einathmen, so enthält sie bei voller Sättigung 4·89 *g* Wasser im Cubikmeter und erwärmt sich bei der Einathmung rasch auf 35° C. Da bei 35° zur vollen Sättigung 39·4 *g* Wasser im Cubikmeter enthalten sein sollen, so sinkt die relative Feuchtigkeit einer von 0° auf 35° erwärmten Luft auf 12·4 Procent. Das ist ein ganz außerordentlich hoher Grad von Trockenheit, wie er bei uns in den Sommermonaten nie eintreten wird und doch haben wir kein Gefühl der Austrocknung. Man sieht also, wie vortrefflich die Athemorgane die Wasserentziehung ertragen.

Aber auch wenn die Fälle noch extremer würden, wenn die Luft, wie an ostsibirischen Wintertagen, auf — 40°, ja — 60° abgekühlt und nahezu wasserdampffrei geworden ist, tritt eine Belästigung durch die Trockenheit der Luft kaum hervor.

Ganz anders aber verhält sich unser Empfinden, wenn wir etwa zur Sommerszeit bei 20° C. einer Luft von 28·5 Procent relativer Feuchtigkeit uns aussetzen. Die Wasserentziehung oder austrocknende Wirkung auf die Athemorgane ist die gleiche wie in dem vorhergehenden Beispiele bei 0°; und doch wird jetzt das Gefühl der Trockenheit schon ein sehr lästiges werden.

Der Chamsin, ein in Ägypten gefürchteter Wüstenwind, hat bei 38° Lufttemperatur eine relative Feuchtigkeit von 12 bis 15 Procent, wie sie mit Wasserdampf gesättigte Luft von 0° bei der Erwärmung nach der Einathmung auch erlangt. Dieser Wüstenwind aber ist ein gefährlicher Feind für den Menschen; die Respiration wird peinlich, Nase und Mund trocken, immerwährendes Wassertrinken zum Bedürfnis, der Schlaf unmöglich.

In den bisher aufgezählten Fällen ist die durch die Athemluft erzeugte Austrocknung unseres Athemapparates eine nahezu völlig übereinstimmende, aber das Allgemeinempfinden der Trockenheit ein durchaus ungleiches. Dies zwingt zur Überzeugung, beim Menschen dass das Verhalten des zweiten Factors, welcher bei der Wasserabgabe betheiligt ist — der Haut — das Ausschlaggebende für das Zustandekommen belästigender Trockenheit sein muss, wenn ja auch ab und zu locale Wasserentziehung, wie bei dem Schlafen mit offenem Munde, langem Sprechen oder Singen, begünstigend einwirken.

Der Mensch hat sehr reichlich Wasser in seinem Körper, 58·5%; aber von diesem gewaltigen Vorrath kann nur ein relativ geringer Bruchtheil abgegeben werden, ehe krankmachende Erscheinungen auftreten. Alle Reisenden der Tropen schildern den Durst als das quälendste Leiden; weit leichter erträgt man den Hunger.

Versuche, die man an Tauben, welchen das Wasser nicht aber die feste Nahrung entzogen worden war, lehren, dass die Thiere dem Durst rasch erliegen; bereits nachdem nur 10% ihres gesammten Wasservorrathes verloren sind, was bei hohen Temperaturen und trockner Luft rasch geschieht, zeigen sich Krankheitssymptome wie ausgeprägtes Zittern, Unruhe, Schwäche u. s. w.

Bei den Dürstenden werden in Wasser lösliche Stoffwechselproducte im Körper zurückgehalten und auf diese Weise die Eindickung beschleunigt.

Unter dem Einflusse des allgemeinen Wasserverlustes durch Haut und Lunge entsteht beim Menschen das Durstgefühl und unter Umständen die gesteigerten Symptome der Heiserkeit, des Schmerzes. Die Symptome besagen aber nichts über den Ort, an welchem der Wasserverlust eingetreten ist. Es kann gelegentlich, wie bei Diabetikern, die Niere oder wie bei Cholerakranken der Darm an dem Zustandekommen der Trockenheit mitgewirkt haben oder wie in der Regel die Wasserabgabe durch die Haut. Das Sinnesorgan aber, welches den normalen Wassergehalt des Organismus zu behüten hat, konnte nur da zweckmäßig seinen Platz finden, wo auch die Befriedigung des Bedürfnisses zuerst wahrgenommen wird, am Gaumen und der Zungenwurzel.

Durch die oben erörterten Beispiele werden wir darauf hingewiesen, dass bei hohen Lufttemperaturen beim Menschen auch die Wasserentziehung durch die Haut eine immer mächtigere wird. Der relative Feuchtigkeitsgrad der Luft bietet keine genügende Erklärung dafür, vielmehr hat man darauf hingewiesen, dass im Allgemeinen die austrocknende Wirkung der Luft dem Sättigungsdeficit parallel gehe; dieses ist bei niedrigen Temperaturen (die übrigen Verhältnisse als gleich angenommen) viel kleiner als bei hohen Temperaturen (Weilmann, Flügge, Denneke). Aber auch damit würde nur innerhalb gewisser Grenzen für den unbekleideten Menschen eine zureichende Erklärung gegeben. Für den bekleideten liegt die Sache complicierter; die Luft in den Kleidern hält sich (siehe darüber Näheres bei dem Capitel Kleidung) auf einer zwischen 30 und 34° C. schwankenden Temperatur. Je kälter es wird, um so mehr und dickere Kleidungsstücke legen wir an, bis wir die behagliche Hautwärme wieder erreichen.

Aus dieser besonderen Temperierung der Kleiderluft folgt in ähnlicher Weise wie für die Lungenathmung, dass die Luft um so austrocknender wirkt, je kälter sie ist. Aber die Menge der mit der Haut in Berührung tretenden Luft wird, je dichter die Kleidung gemacht wird, d. h. bei Kälte um so geringer, und um so größer, je wärmer es ist. Ja es kann bei lockerer, luftdurchgängiger Kleidung, bei einem geringen Sättigungsdeficit die Wasserverdampfung größer werden, als bei großem. Auf Grund der oben mittgetheilten Thierversuche wird die Abgabe des Wassers beim Menschen hauptsächlich als physiologische Function aufzufassen sein.

Bei dem Menschen erfolgt die Ausscheidung des Wasserdampfes namentlich durch die Hautthätigkeit.

Die Epidermisschüppchen, welche die mit Feuchtigkeit durchtränkte Cutis von der Luft trennen, geben im Großen und Ganzen nur wenig Wasserdampf ab; die Hauptquelle der Wasserabgabe beruht in der Thätigkeit der Schweißdrüsen. Diese erlangen ihre Innervation durch bestimmte Körperzustände.

Eine Leiche verliert innerhalb 24 Stunden nur 40 *g* Wasser. Der Lebende allein durch die Haut 600 bis 800 *g*. Nervöse Einflüsse wie Gemüthsbewegungen, die Arbeitsleistung, Nahrungsaufnahme, Jugend und Alter ändern die Wasserdampfabgabe (Schweißsecretion). Sie dient bei dem Einzelindividuum (vielleicht neben der Ausscheidung gewisser schädlicher Substanzen) der Wärmeregulation (siehe das Capitel Wärmeökonomie).

In allen Fällen, in welchen im Körper mehr an Wärme produciert wird als auf dem Wege der Ausstrahlung und Wärmeleitung und durch die unvermeidliche Wasserverdunstung abgegeben werden kann, tritt die Schweißbildung als vicarierende Quelle des Wärmeverlustes ein. Dies ist am häufigsten bei Arbeitsleistungen und überreichlicher Nahrungsaufnahme und hoher Lufttemperatur der Fall. Diese vicarierende Rolle der Wasserverdampfung kommt bei Thieren weniger, beim Menschen aber recht häufig vor, weil der Mensch durch Bekleidung und Beheizung jenen Temperaturgrenzen zustrebt, bei welchen leicht eine Behinderung der Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung eintritt. Unter Schweißbildung darf man aber keineswegs immer etwa eine Ausscheidung des tropfbarflüssigen Secretes verstehen; vielmehr kann starkes Schwitzen mit gleichzeitiger völliger Verdunstung des Wassers Hand in Hand gehen.

Die Schweißbildung ist das wesentlichste Moment, welches von bestimmten Temperaturen ab rapid die Wasserdampfabgabe steigert. Die letztere aber ist nothwendig, das Wasser muss verdunsten, wenn wir uns behaglich fühlen wollen und die Gesundheit nicht leiden soll. In diesen Fällen können wir kein Hilfsmittel gebrauchen, welches die Wasserdampfabgabe behindert; vielmehr kann dieselbe nur dadurch ohne Schaden für den Menschen vermindert werden, dass man die Temperatur der Luft herabdrückt, die Bekleidung ändert u. s. w. Die Herstellung eines dem Menschen zuträglichen Feuchtigkeitsgrades bedarf nicht allein der Regulierung der Feuchtigkeit, sondern namentlich der Temperaturverhältnisse. (Hierüber siehe unter Wärmeökonomie).

Aus den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit lässt sich für den normalen Menschen und für den Ruhezustand als Wasserabgabe berechnen:

Bei Hunger bei 14·6° C. und 47 Procent relativer Feuchtigkeit = 6·6 *mm* Spannungsdeficit 860 *g* Wasser;

bei mittlerer Kost bei 16·8° C. und 48 Procent relativer Feuchtigkeit = 7·4 *mm* Spannungsdeficit 938 *g* Wasser

für Haut und Lungenathmung. Bei der Arbeitsleistung stieg diese Menge auf 2043 *g* für den Tag.

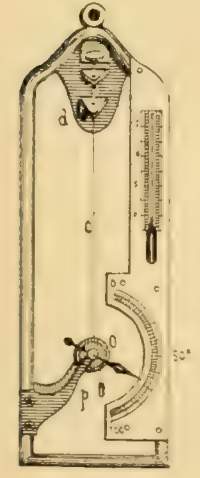


Fig. 4.

Hygrometrie.

Zu hygrometrischen Bestimmungen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung.

1. Haarhygrometer.

Saussure's Hygrometer (Fig. 4) besteht im Wesentlichen aus einem gespannten, an einem Ende um eine Achse gewickelten Menschenhaare (*c*), dessen anderes Ende mit einem Zeiger (*o*) verbunden ist, der im kürzesten Zustande, also bei absoluter Trockenheit, auf 0 steht, und im längsten Zustande, bei Sättigung mit Feuchtigkeit, auf 100 zeigt und direct die relative Feuchtigkeit ablesen lässt. Das Haar muss vorher durch Kalilauge oder Äther entfettet werden. Das Haar dehnt sich, mit einem Gewichte (*p*) von 3 *g* angespannt, von einem Extrem zum andern um 0·0245 seiner Länge aus. Die bei einer Verlängerung oder Verkürzung entstehende Bewegung wird durch einen Hebel auf einen Zeiger übertragen. Die Empfindlichkeit des Instrumentes ist nach Saussure eine sehr große; es muss aber das Instrument für die zwischen 0 und 100 gelegenen Theilstriche besonders geprüft werden. Ist z. B. der

Zeiger die halbe Strecke zwischen 0 und 100 vorwärts gerückt, so entspricht dies nicht 50 Procent Feuchtigkeit, sondern nur 27·8 Procent, der 80. Theilstrich würde nicht 80 Procent, sondern nur 61·2 Procent u. s. w. sein. Der 0-Punkt ist durch Einstellen des Instruments in durch concentrierte Schwefelsäure vollkommen getrocknete Luft, die Zahl 100 durch Einstellen desselben in Luft, welche mit Wasserdampf gesättigt ist, zu controlieren.

Kennt man die relative Feuchtigkeit, so kann man auch leicht die Angaben für das Spannungs- oder Sättigungsdeficit berechnen (siehe Tabelle Seite 20).

2. Thaupunktshygrometer.

Das Princip des Thaupunkt- und Condensationshygrometers ist schon sehr alt. Die im siebzehnten Jahrhundert zu Florenz tagende Academia del Cimento benutzte zu ihren hygrometrischen Bestimmungen ein umgekehrt konisches, mit Schnee und Eis gefülltes Glas, in welchem sich der Wasserdampf condensierte und tropfenweise herabfiel, wobei die Feuchtigkeit der Luft nach der Anzahl der Tropfen beurtheilt wurde. Hierauf gründete **Daniell** sein Ätherhygrometer (Fig. 5). Dieses Instrument besteht aus einer gekrümmten luftleeren Röhre, die an ihren Enden mit Kugeln versehen ist; die eine ist an ihrem unteren Theile mit einer Schicht fein polierten Goldes belegt, die andere dagegen mit einem Leinwandläppchen umwickelt; jene enthält etwas Äther und ein kleines Thermometer, dessen Kugel in den Äther hineinragt. Tröpfelt man nun Äther auf die umwickelte Kugel, so wird diese durch die Verdunstung des Äthers erkaltet und eine Verdichtung der im Innern der Röhre befindlichen Ätherdünste eintreten. Da hierdurch der Druck auf den noch tropfbarflüssigen Äther im Innern der befeuchteten Kugel geringer wird, entsteht eine lebhafte Verdunstung, wodurch sowohl dem Äther selbst, als auch der Kugel und der äußeren Luft Wärme entzogen wird. Die Temperatur der Luft zeigt ein am Stative angebrachtes Thermometer an. Jene Temperatur, welche das in der mit Äther gefüllten Kugel angebrachte Thermometer genau in dem Momente zeigt, in welchem der Thaubeschlag stattfindet, bezeichnet den Thaupunkt, d. i. die volle Wasserdampfsättigung der Luft.

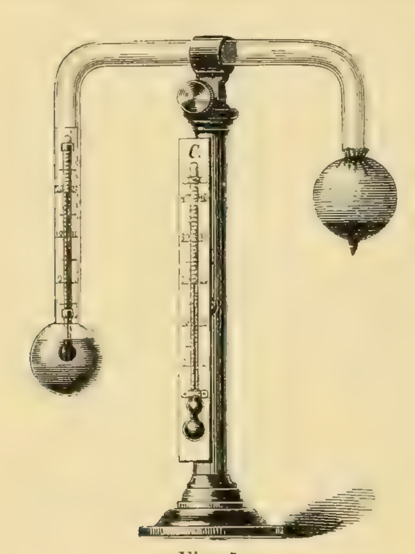


Fig. 5.

Die wesentlichsten Übelstände des Condensationshygrometers bestehen darin, dass die Handhabung desselben längere Anwesenheit des Beobachters fordert, ein Umstand, der offenbar auch auf die Feuchtigkeit und Temperatur des Instruments Einfluss üben muss, und weiter, dass man im Sommer, in heißen Räumen und in heißen Klimaten und bei excessiver Trockenheit gar nicht im Stande ist, einen Thauniederschlag zu erzeugen.

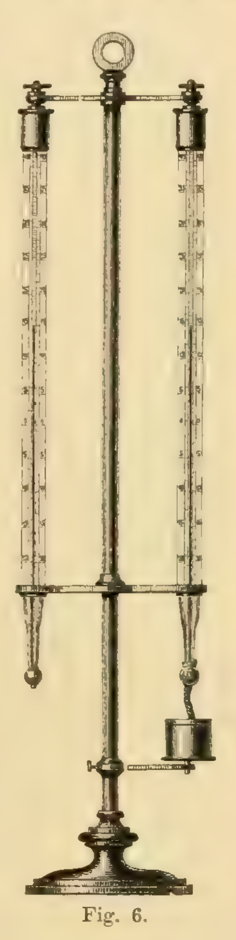
3. Psychrometer.

Die dritte Art, den Feuchtigkeitszustand der Luft zu ermitteln, besteht in der Messung der Verdunstungskälte, aus dem Unterschiede eines trockenen und eines feuchten Thermometers.

August hat das Problem so weit zum Abschluss gebracht, dass das von ihm angegebene Psychrometer, da es mit den Vorzügen großer Empfindlichkeit auch die der Kürze und Einfachheit des Beobachtungsverfahrens vereint, sich als das praktisch brauchbarste, die allgemeinste Verbreitung verschaffte.

August's Psychrometer (Fig. 6) besteht, aus zwei genau übereinstimmenden, empfindlichen Thermometern, welche, etwa 80 bis 100 *mm* voneinander entfernt, an demselben Gestelle aufgehängt sind. Die Kugel des einen ist mit einem Musselinläppchen umwickelt, welches zur Zeit der Beobachtung benetzt ist und durch Baumwollfäden mit einem Wassergefäße in Verbindung gesetzt werden kann, um es fortdauernd feucht zu

erhalten. Die je nach der relativen Luftfeuchtigkeit, je nach dem Barometerdruck und der Luftbewegung mehr oder weniger rasch vor sich gehende Verdunstung an der benetzten Musselinhülle entzieht der darunter befindlichen Quecksilberkugel eine bestimmte Wärmemenge, weshalb, so lange dies stattfindet, das benetzte Thermometer einen niedrigeren Stand einnehmen wird, als das trockene. Aus dieser Temperaturdifferenz beider Thermometer lässt sich nun die Spannkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes bestimmen. Die Differenz wird um so größer sein, je trockener die Luft, sie wird im Gegentheil mit abnehmender Trockenheit, d. i. mit zunehmender Feuchtigkeit, abnehmen, ja bei voller Dampfsättigung der Luft, im Zustande absoluter Luftfeuchtigkeit (bei Nebel, Thau etc.) ganz verschwinden, da im letzteren Falle die Verdampfung vollkommen aufhört, mithin auch der Stand beider Thermometer ein gleicher sein muss. Im Nebel kann selbst das benetzte Thermometer — also die Verdunstungskälte — eine höhere Temperatur anzeigen, und zwar wegen der höheren Temperatur der Dunstbläschen, aus welchen der Nebel besteht.


Fig. 6.

Obschon nun die abgelesene Thermometerdifferenz an und für sich geeignet ist, über die Zu- und Abnahme der Luftfeuchtigkeit Aufschluss zu geben, so ist es für vergleichende Zusammenstellungen unumgänglich nothwendig, aus derselben entweder die Tension oder die relative Feuchtigkeit zu berehnen.

Ist t die Temperatur des trockenen Thermometers, t' jene des feuchten, e' das bei t' mögliche Maximum der Spannkraft (siehe Tabelle S. 19) und b der Barometerstand in Millimetern, so ist die wirkliche Tension des Wasserdampfes e

$$e = e' - k\, b\, (t - t'),$$

k ist eine Constante, für welche, wenn die Luft mäßig bewegt ist wie im Freien, 0·00074 zu setzen ist, bei ganz stagnierenden Luft aber 0·0012. An Stelle von b kann man auch den „mittleren Barometerdruck“ eines Ortes einsetzen, wodurch sich die Formel z. B. für $b = 740\ mm$ vereinfacht zu.

$$e = e' - 0{\cdot}55\, (t - t').$$

Die absolute Feuchtigkeit f ergibt sich dann aus der Tension in folgender Weise:

$$f = 1{\cdot}06 \cdot \frac{e}{1 + 0{\cdot}00366\, t}$$

oder genähert, wenn f' die bei t' vorhandene Sättigung mit Feuchtigkeit bezeichnet.

$$f = f' - 0{\cdot}6\, (t - t').$$

Aus dem Ergebnis der Berechnung der absoluten Feuchtigkeit findet man dann leicht die relative. Um die Zeitverluste der Rechnung zu ersparen, verwendet man die sogenannten Psychrometertafeln, in denen für die entsprechenden Temperaturdifferenzen die relative Feuchtigkeit, Tension etc. sofort abgelesen werden können. Das Psychrometer ist auch für Temperaturen unter 0 zu gebrauchen. Da die Luftbewegung einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Angaben des Psychrometers hat, schlug man vor, stets die gleiche Luftgeschwindigkeit zu erzeugen, indem man das feuchte Thermometer an einer Schnur im Kreise schwingt (Schleuderpsychrometer).

4. Atmometer.

Die Messung der Luftfeuchtigkeit mittelst der Atmometer stellt sich die Aufgabe, den größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt der Luft nach der Menge des unter gegebenen Verhältnissen verdunstenden Wassers zu bestimmen.

Derlei Bestimmungen sind für gewisse Untersuchungen (von Wohnräumen, Localen, in Neubauten) von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, da sie uns für längere Zeit Mittelwerte für das Austrocknungsvermögen der Luft liefern, während das Hygrometer und Psychrometer nur für kurze Dauer die Beobachtungsresultate liefern.

Von den verschiedenen Atmometern sind für hygienische Zwecke die von **Pressel** und von **Pliche** die empfehlenswertesten. Ganz besonders ist es das letztere, das sich zu schnellen Untersuchungen vortheilhaft verwenden lässt. Eine graduierte, etwa 25 cm^3 enthaltende Glasröhre, welche an einem Ende zugeschmolzen ist, wird, nachdem sie mit Wasser gefüllt ist, an ihrem offenen Ende mit einem etwa handtellergroßen Stück sogenannten Kupferstecherpapieres, das mittelst eines Klemmers festgehalten wird, bedeckt und verkehrt, d. h. mit dem offenen Ende nach unten, in dem Raume, dessen Feuchtigkeitsgehalt eruiert werden soll, aufgestellt. Das in dem Papier enthaltene Wasser verdunstet und entsprechend der verdunsteten Menge steigt Luft in die Glasröhre. Ist nun das Instrument, dessen man sich bedient, geaicht, d. h. hat man durch eine Reihe von Versuchen festgestellt, in welcher Zeit in einem Luftraume von bekanntem Volum und Feuchtigkeitsgehalt bei vollständig ruhiger Luft 1 *cm* Flüssigkeit verdunstet, so kann man mit Hilfe dieser einfachen Röhre innerhalb 5 bis 10 Minuten den Feuchtigkeitsgehalt irgend einer Binnenluft ausreichend ermitteln.

Die Kohlensäure.

Die Menge der Kohlensäure schwankt in der Meeresluft, wie Festlandsluft, auf dem Lande, in der Stadt, im Thal wie auf den Bergen nur um Weniges um den Mittelwert von 0·3 Theilen für 1000 Theile Luft.

Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel und an nebligen Tagen tritt ein minimaler Zuwachs ein. Diese gleichheitliche Vertheilung der Kohlensäure ist höchst auffallend, zumal fortwährend reichliche Quantitäten neuerzeugter Kohlensäure der Atmosphäre zufließen: durch die Athmung der Thiere und Pflanzen, durch Zersetzungsprocesse in dem Boden, durch das Ausströmen kohlensäurehaltiger Gase vulkanischen Ursprungs, durch Kohlensäure, welche sich bei Verbrennungsprocessen bei der Beleuchtung und Beheizung bildet. Die Stadt Manchester liefert in einem Tage nahezu 8,000.000 m^3 Kohlensäure aus den Kaminen ihrer industriellen Etablissements und unmessbar sind die Kohlensäuremengen, welche Vulcane, Mofetten und kohlensäurehaltige Quellen liefern.

Nicht einmal zwischen Stadt- und Landluft ist eine nennenswerte Differenz im CO_2-Gehalt gefunden worden; erstere enthält im Mittel 0·385, letztere 0·318 Kohlensäure pro mille. Die Ursache des gleichheitlichen Gehaltes der Atmosphäre an Kohlensäure liegt in der fortwährenden mechanischen Mischung durch die Windströmungen, und in der Luftmischung, welche durch die kohlensäurehaltigen Gase selbst erzeugt wird. Letztere entstammen fast alle lebhaften Verbrennungsprocessen, sind also im Momente des Entstehens von hoher Temperatur. Die heißen Gase (z. B. jene aus den Schornsteinen etc.) steigen bis zu bedeutender Höhe, sich selbstthätig mischend, auf.

Sind die kohlensäurehaltigen Gase von gleicher Temperatur wie die umgebende Luft und fehlt es an mechanischer Bewegung der Luft, dann sinken die Gase als specifisch schwerer wie Luft zu Boden. Die Grotta canina zu Neapel zeigt am frappantesten diese Erscheinung; auch in Gähr-(Wein)-Kellern kommt sie zur Beobachtung.

Der normale Kohlensäuregehalt und seine Schwankungen in der Atmosphäre sind sicher ohne Einfluss auf die Gesundheit; ja man kann stundenlang Luft mit 10 pro mille Kohlensäure athmen (Pettenkofer), und intensive Arbeit leisten, wie sich beim Bau des Gotthardtunnels zeigte, ohne schädliche Folgezustände. In künstlichen sauerstoffreichen Gemischen gehen Thiere erst zugrunde bei 35 bis 45 Procent CO_2-Gehalt, in gewöhnlicher Luft erfolgt der Tod früher, weil zu gleicher Zeit die

Sauerstoffzehrung schädigt, bei 12 bis 16 Procent Kohlensäure (und 1·5 bis 3·0 Procent Sauerstoff). (P. Bert).

Anders verhält sich die Schädlichkeit der Kohlensäure, wenn der Luftdruck ein sehr hoher ist; sie nimmt rasch mit dem Drucke zu.

In einer Luft von 30 Procent Kohlensäure erfolgt beim Menschen fast momentan Bewusstlosigkeit und bald der Tod.

Die Kohlensäure findet sich in allen thierischen Flüssigkeiten theils gebunden, theils absorbiert. Der Absorptionscoëfficient beträgt für Wasser von 0° 1·7967 (Bunsen); 1 *l* wiegt bei 0° und 760 *mm* *Hg*-Druck 1.977 *g*. Am reichlichsten enthält das Blut Kohlensäure, das arterielle 37 bis 45 Procent, das venöse 45 bis 52 Procent (Pflüger). Lymphe, Speichel, Galle, Harn, die Muskel schließen reichlich Kohlensäure ein. Sammelt sie sich in der Luft an, so steigt auch der Gehalt der Organe und thierischen Flüssigkeiten an Kohlensäure.

In 24 Stunden scheidet ein Erwachsener bei mittlerer Kost und leichter Arbeit rund 1000 *g* aus; die ausgeathmete Luft enthält etwa 4·4 Procent Kohlensäure.

Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre dient den Pflanzen zum Aufbau der kohlenstoffhaltigen Verbindungen. Kohlensäure und Wasser wird unter Abspaltung von Sauerstoff zunächst vermuthlich zu Formaldehyd (Bayer), dann zu Kohlehydraten oder Fetten und unter Aufnahme stickstoffhaltiger Gruppen zu Eiweiß aufgebaut.

Durch die Absorption in den Pflanzen und das fortwährende Entstehen kohlensäurehaltiger anorganischer Verbindungen wäre die in der Atmosphäre enthaltene Kohlensäuremenge in wenigen Jahrtausenden aufgebraucht, wenn dieser Stoff nicht fortwährend aus dem Innern der Erde sich erneuern würde. Vulcane, Mofetten und Quellen, welche Kohlensäure ausströmen lassen, sind daher die Erhalter des organischen Lebens auf der Erde.

Kohlensäurebestimmung.

Zur quantitativen Bestimmung des Gases bei hygienischen Untersuchungen eignet sich am besten die Pettenkofer'sche Methode: Dieses Verfahren beruht darauf, dass man die Kohlensäure eines abgemessenen Luftvolums durch eine Barythydratlösung von bekanntem Gehalt absorbieren lässt, und den nicht an Kohlensäure gebundenen Theil des Baryts durch Titrieren mit Oxalsäure bestimmt. Man setzt dabei voraus, dass außer Kohlensäure die Luft keine anderen Säuren enthält. Für die gewöhnlichen Verhältnisse der Luft wird diese Voraussetzung zutreffen, in anderen Fällen müsste die vorhandene Säure eigens bestimmt und in Abrechnung gebracht werden.

Die Barytlösung soll eine gewisse Menge von Chlorbaryum enthalten.

Wenn nämlich neben suspendiertem Baryumcarbonat, das sich bei der Einwirkung der Kohlensäure auf die Barytlauge bildet, Alkali zugegen ist und dies ist bei käuflichen Barythydrat die Regel, so bilden sich neutrale Alkalioxalate und diese setzen sich ihrerseits mit dem vorhandenen Baryumcarbonat zu Baryumoxalat und Alkalicarbonat um. Bei jedem weiteren Zusatz von Oxalsäure wird Alkalicarbonat wieder zu Alkalioxalat so lange bis alles Baryumcarbonat zersetzt ist. Um diese Fehlerquelle ganz zu beseitigen, schlug Pettenkofer vor, dem Barytwasser einen Zusatz von Baryumchlorid zu geben, welches sich mit den vorhandenen Alkalicarbonaten zu den entsprechenden Alkalichloriden umsetzt.

Das Barytwasser stellt man sich in der nöthigen Stärke am besten aus krystallisiertem Barythydrat her. Für Luftkohlensäurebestimmung genügt es auf 1 *l* Wasser 7 *g* krystallisiertes Barythydrat und etwa 0·5 *g* Chlorbaryum zu lösen.

Die Alkalescenz des Barytwassers wird mit Oxalsäure bestimmt. Man löse 2·8636 *g* krystallisierte Oxalsäure zu 1 *l*; 1 cm^3 dieser Flüssigkeit entsprich tgenau 1 *mg* CO^2 und

in der Regel auch 1 cm^3 des Barytwassers. Die Oxalsäure, welche man zur Lösung nimmt, muss chemisch rein und unverwittert sein, darf aber auch kein überschüssiges, freies Wasser enthalten.

Die Lösung wird in einer dunklen Flasche aufbewahrt. Als Indicator bei der Titrierung dient entweder der Zusatz von zwei Tropfen einer alkoholischen Rosolsäurelösung (1 : 1000 circa 80procent. Weingeist) oder Curcumapapier, zu dessen Herstellung ungeleimtes, kalkfreies Papier verwendet werden muss (schwedisches Filtrierpapier).

Das Curcumapapier wird zwischen zwei Klötzchen straff gespannt und mit einem ziemlich dicken Glasstabe ein Tropfen des zu titrierenden Barytwassers darauf gebracht und titriert, bis eben der braune Reif vollkommen verschwunden ist.

Für nahezu alle hygienischen Aufgaben genügt die Titrierung mit Rosolsäure als Indicator; man setzt so lange Oxalsäure zu, bis die rothe Farbe eben verschwindet.

Die Bestimmung der Kohlensäure in der Luft geschieht in folgender Weise: In eine große (bis an den Rand) 3 bis 5 *l* fassende Flasche von genau bestimmtem Inhalt wird mittelst eines gewöhnlichen Blasebalges und eines daran angesteckten Kautschukschlauches, welch letzterer in die Flasche bis auf ihren Boden gesteckt wird, Luft aus dem Raume, welcher untersucht werden soll, eingeblasen und so die anfänglich im Kolben eingeschlossene Luft vertrieben. Man muss zu diesem Zwecke etwa das fünffache des Kolbeninhalts an Luft durchtreiben. Dann schließt man die Flasche mit einer Gummikappe.

Indem man dann die Kappe an einer Stelle nur wenig lüftet, lässt man in die Flasche 90 cm^3 Barytwasser, dessen Titer zuvor genau festgestellt worden ist, einfließen und verschließt sofort wieder luftdicht mittelst der Gummikappe und notiert während des Versuches die in der Nähe der Flasche gefundene Lufttemperatur, sowie den Barometerstand. Die Absorption muss durch längeres Herumschwenken des Barytwassers gefördert werden.

Um den Niederschlag von Baryumcarbonat absetzen zu lassen, wird der Inhalt in eine kleine Flasche entleert und gut zugeschlossen. Wenn sich die Flüssigkeit geklärt hat, hebt man vorsichtig mit einer Pipette 30 cm^3 ab und titriert mit Oxalsäure das mit Rosolsäure gefärbte Barytwasser bis zur Entfärbung; für je 1 cm^3 Oxalsäure kann 1 *mg* Kohlensäure gebunden werden.

Das Barytwasser braucht, nachdem es Kohlensäure absorbiert hat, weniger Oxalsäure zur Neutralisation und die Differenz zwischen dem anfänglich zur Titrierung verbrauchten Cubikcentimeter Oxalsäure und jener Menge nach der Kohlensäureabsorption gibt die Anzahl der durch 30 cm^3 Barytwasser absorbierten Milligramme Kohlensäure Da 90 cm^3 Barytwasser aber zur Absorption verwendet worden sind, so ist die für 30 cm^3 gefundene Zahl mit 3 zu multiplicieren, um die ganze Menge der in dem Kolben vorhandenen Kohlensäure zu finden.

Diese gefundenen Gewichtsmengen Kohlensäure rechnet man in Volumina um (2 *mg* — genauer 1·977 *mg* — entsprechen 1 cm^3 Kohlensäure bei 0° und 760 *mg Hg*-Druck). Sodann ist die Menge der untersuchten Luft — welche gleich ist dem Cubikinhalt des Kolbens weniger 90 cm^3, da ja durch das einfließende Barytwasser das gleiche Volum Luft verdrängt wurde, umzurechnen auf 0° und 760 *mm Hg*-Druck. Ist v das Volum bei 0° und 760 *mm Hg*-Druck und v' das bei dem Versuche vorhandene Volum bei t^0 und b der Barometerdruck, so hat man:

$$v = \frac{v' \,.\, b}{760 \,.\, (1 + 0{\cdot}00366\, t)}$$

Soll die Luft „trocken“ berechnet werden, so ist von dem Barometerdruck noch die Tension des Wasserdampfes in Millimeter *Hg* abzuziehen.

Den Kohlensäuregehalt berechnet man sodann weiter für 1000 Theile Luft.

Diese Methode der Bestimmung der Kohlensäure gibt den Kohlensäuregehalt der Luft für einen gegebenen Moment Will man aber für einen längeren Zeitraum einen Mittelwert des Kohlensäuregehaltes auffinden, so kann man ein anderes gleichfalls von Pettenkofer angegebenes Verfahren verwenden.

Das Barytwasser wird in eine Röhre von nebenstehender Form gebracht (Fig. 7), und mit dem kugelförmig erweiterten Ende der Röhre mit einer genau geaichten Gasuhr und diese wieder mit einem Aspirator verbunden. Als Aspirator werden am bequemsten zwei je 20 *l* fassende Flaschen mit gleichweitem Halse verwendet, die eine Flasche trägt einen doppelt durchbohrten Gummipfropfen. Durch die eine Öffnung geht ein Glasrohr bis auf den Boden der Flasche; ein an das außerhalb der Flasche befindliche Ende angesteckter Kautschukschlauch wirkt als Heber und leitet das Wasser in die tiefer stehende zweite Flasche, das andere kürzere Glasrohr ist mit der Gasuhr verbunden. In demselben Momente, in welchem Wasser abläuft, treten auch Luftblasen durch die Barytröhre. Das Volum der Luft gibt die Gasuhr an. Der Strom muss so reguliert werden, das die Luft

in einzelnen Blasen durch die Barytröhre geht. Um kleine Blasen zu erhalten, muss das in das Barytwasser tauchende Eintrittsrohr für die Luft mit einem über die Knickung der Röhre hineinreichenden Kautschukschlauch versehen werden. Soll sehr viel Luft durchgesaugt werden, so wechselt man die Aspiratorflaschen, was bei gleich weitem Halse

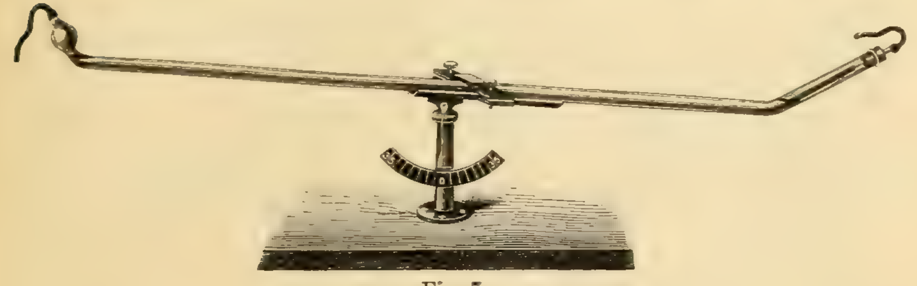


Fig. 7.

derselben ohne Überfüllen geschehen kann und außerdem lässt man, um eine Wasserverdampfung aus der Barytröhre zu verhindern, die Luft erst durch einen mit nassen Bimsteinstücken gefüllten Kolben streichen.

Zweites Capitel.

Die Luftverdünnung.

Trotz der freien Beweglichkeit der Atmosphäre als Wind oder Sturm unterliegt sie aber doch der Schwere und übt ungeachtet ihres außerordentlich geringen specifischen Gewichtes (0·001293 bei 0° und 760 *mm* *Hg*-Druck) an der Erdoberfläche einen bedeutenden Druck, der im Mittel für einen menschlichen Körper von 1·75 □ *m* Oberfläche 18.000 bis 20.000 *kg* beträgt, aus; die Höhe der Atmosphäre wird zu 70 bis 90 *km* geschätzt. Alle Theile unseres Organismus unterliegen diesem Drucke und dieser beständigen Zusammenpressung; letztere wird aber der Gleichmäßigkeit wegen und wegen der geringen Compressionsfähigkeit unserer Körperstoffe nicht wahrgenommen. Doch ist der Luftdruck nicht ganz ohne Nutzen. Durch den Luftdruck werden, wie Weber zeigte, die Gelenkköpfe in die Pfannen gedrückt und ohne Muskelzug gehalten. Es könnte sonach bei wesentlicher Luftdruckverminderung, wie sie beim Besteigen der Berge eintritt, auch eine Zunahme der Muskelarbeit erforderlich werden.

Die Schwere der Luft hat aber indirect durch die Veränderung der Luftdichtigkeit einen viel wesentlicheren Einfluss auf das Befinden des Menschen. Wäre die Luft so incompressibel wie das Wasser, so würde sie in den verschiedensten Höhen die gleiche Dichtigkeit haben und die Menschen jede beliebige Höhe zu erreichen im Stande sein. Da aber die Luft durch ihre eigene Last bei ihrer bedeutenden Elasticität in hohem Grade verdichtet wird, und zwar proportional dem Drucke, so athmen wir in verschiedenen Höhen dichtere oder dünnere Luft, d. h. bei gleicher Tiefe der Athemzüge ist die Gewichtsmenge des geathmeten Sauerstoffs eine ganz verschiedene. Sie kann reichlich sein,

wenn wir uns in mäßiger Seehöhe befinden, sie kann gering sein, wie in bedeutenden Höhen, und zum Unterhalt des Lebens dann nicht ausreichen.

Wenn wir also verdünnte Luft athmen, so verhält es sich genau so, als wenn wir bei gleichbleibendem Drucke die Luft, d. h. den Sauerstoffgehalt derselben, durch Beimengung eines indifferenten Gases, z. B. Stickgas, Wasserstoffgas vermindert hätten. Es käme dann eben auch mit zunehmender Verdünnung immer weniger Sauerstoff mit jedem Athemzuge in die Lungen.

Man kann also die verdünnte Luft vergleichen mit einer Luft, welche durch irgend welche Umstände einen Theil ihres normalen Sauerstoffgehaltes verloren hat. Wir müssen hier aber ein Paar Worte über den Partiärdruck des Sauerstoffes in der Luft und in Gasgemischen vorausschicken.

Der Luftdruck, welcher mit Hilfe des Barometers gemessen wird, ist dadurch hervorgerufen, dass die Last aller Sauerstoff- und Stickstoffmoleküle, welche die Atmosphäre zusammensetzen, die Quecksilbersäule drückt. Da wir nun wissen, dass von 100 Gastheilchen, welche sich in der Luft finden, rund 20 Sauerstoffmoleküle sind, so rühren auch 20 Procent des Atmosphärendruckes vom Sauerstoffe her. Diesen Druck des Sauerstoffes (oder eines beliebigen anderen Gases) nennt man den Partiärdruck. Er beträgt also bei normalem Barometerstand von 760 *mm Hg*, hievon rund 20 Procent, das ist 152 *mm Hg*-druck und wenn der normale Barometerdruck eines Ortes = 380 *mm* wäre, so ist dort der Partiärdruck des Sauerstoffes nur 76 *mm Hg* u. s. w.

Den nämlichen Partiärdruck 76 *mm* kann man aber erreichen, in einem Gasgemenge von normaler Dichtigkeit, aber geringerem *O*-gehalt z. B. bei 10 Procent *O* und 90 Procent *N*; der Partiärdruck ist hier auch = 76 *mm*. Nachfolgende Tabelle gibt eine kleine Übersicht über diese Beziehungen:

Luft bei normalem Druck enthält x Procent Sauerstoff	Partiärdruck des Sauerstoffes in *mm Hg*	Luft von normaler Zusammensetzung bei verschiedenem Luftdruck (*mm Hg*)
20·7	157	760
15·0	114	551
13·0	99	478
11·0	84	405
9·0	68	328
7·0	52	251
5·0	38	138

Hieran anschließend ist es nicht ohne Interesse, auch die Gesetzmäßigkeit kennen zu lernen, mit welcher der Luftdruck in verschiedener Höhe über dem Meere abnimmt.

Er nimmt nicht proportional mit der Höhe ab, weil ja von der Erdoberfläche bis an die Grenze der Atmosphäre auch die Dichtigkeit abnimmt, sondern in geometrischer Progression, wie folgende Zahlen ergeben:

Seehöhe in Meter	Barometerdruck in *mm Hg*	Seehöhe in Meter	Barometerdruck in *mm Hg*
0	760	5000	406
500	716	6000	358
1000	670	7000	316
2000	591	8000	279
3000	522	9000	246
4000	460		

Die Dichtigkeit der Luft ist immer umgekehrt proportional dem gegebenen Luftdruck; das jederzeit geathmete Gewicht des Sauerstoffes ist abhängig von dem letzteren.

Die Einwirkung verdünnter Luft ist verschieden, je nach dem Sauerstoffbedürfnis des Menschen; namentlich bei Kälte oder Arbeitsleistung oder schlechter Kleidung ist dasselbe vermehrt.

Die ersten Einwirkungen verdünnter Luft zeigen sich in vermehrter Athem- und erhöhter Pulsfrequenz; man hat gefunden:

	Respirationen in der Minute	Puls in der Minute
Bei normalem Luftdruck	25	82
in 4000 *m* Höhe = 460·2 *mm Hg* = 94·8 *mm* Partiärdruck = 12·5 Procent Sauerstoff	41	141

Das geathmete Luftvolum nimmt aber keineswegs mit jedem Sinken des Luftdruckes sofort zu, weil wir bei gewöhnlichem Druck nicht unerheblich mehr Luft athmen (Luxusathmung) als das Sauerstoffbedürfnis des Körpers erfordert (Mosso.)

Die Änderungen des Blutdruckes sind unwesentlich. Durch diese Steigerung der Athmung und Herzarbeit wird für Ruhende das Wohlbefinden nicht gestört, wenn die Druckänderungen langsam eintreten.

Sinkt nun der Luftdruck weiter, so entstehen etwa bei 328 *mm Hg* = 76 *mm* Partiärdruck (= 9 Procent Sauerstoff entsprechend, bedenkliche Symptome, Ohnmacht und Schwächegefühl, Athemnoth, Schwindel, Üblichkeiten. Der Zuwachs der Athem- und Herzarbeit reicht nicht mehr aus, genügend Sauerstoff in den Körper zu pumpen, zumal das Hämoglobin bei derartig erniedrigtem Drucke sich nicht mehr mit Sauerstoff zu sättigen vermag, die gleiche Menge Hämoglobin also viel weniger Sauerstoff in den Körper hereinträgt. Schon von 540 *mm Hg*-Druck = 115·9 Partiärdruck (= 15·4 Procent *O*) ist die Sauerstoffbindung wesentlich kleiner geworden (Fränkel, Geppert).

Die Grenze für das Leben liegt etwa bei 8600 *m* Höhe. Als Sivel, Crocè-Spinelli und Tissandier bei einer Luftschifffahrt diese Höhe erreicht hatten, starben die beiden Ersteren. Diese Höhe entspricht einem Druck von 262 *mm Hg* = 52 Partiärdruck (= 6·8 Procent *O*). P. Bert hat in der pneumatischen Kammer bei 248 *mm Hg* = 49 *mm* Partiärdruck 20 Minuten ausgehalten.

Aus allen Erfahrungen kann man schließen, dass bei Ruhenden ein Wohlbefinden möglich ist, wenn die Seehöhe circa 4500 *m* nicht überschreitet.

Die Schwankungen des Luftdruckes an einem Orte sind nicht sehr bedeutend; sie betragen in einem Monate in den Tropen nur wenige *mm Hg*, bei uns 20 bis 21 *mm Hg*-Druck.

Bei Thieren zeigt sich die Wasserdampfabgabe auch bei Verminderung des Luftdruckes auf 380 *mm* nur wenig vermehrt; vermuthlich nehmen die geathmeten Luftvolumine gleichfalls nur wenig zu. (Rubner.)

Eine nicht unwesentliche Einwirkung hat der Luftdruck auf die Schnelligkeit der Wasserdampfung; je niedriger derselbe, um so rascher verdampft das Wasser. In hochgelegenen Orten wird also die Wasserabgabe von der Haut jederzeit erleichtert, ebenso jene durch die Lunge vermehrt sein, wenn lebhafter geathmet wird.

Die Luftverdichtung.

Während der Mensch häufig in die Lage kommt, sich wesentlichen Luftverdünnungen auszusetzen, gelangt er nur selten unter erhöhten Luftdruck. Die bei Befahren eines Bergwerkes erreichten Tiefen sind bezüglich der Vermehrung des Luftdruckes ganz unwesentlich. Dagegen ist bei dem Arbeiten unter Wasser in Taucherglocken und Caissons, da etwa 32 Fuß Wassertiefe dem Druck einer Atmosphäre entsprechen, häufiger Gelegenheit, die Einwirkung hohen Luftdruckes zu erfahren.



Fig. 8.

Bei hohem Luftdruck wird der Athemrhythmus verlangsamt und die Athmung durch Compression der Darmgase vertieft, die Exspiration verlängert. Die Pulszahl wird herabgesetzt, die Wasserabgabe erschwert, die Stimme klingt wegen der verminderten Schwingungsfähigkeit der Luft verändert. Von schädigenden Einflüssen werden Hämorrhagien, Schmerzen im Ohr, Anschwellung der Nasenschleimhaut und Muskelschmerzen angegeben.

Unter hohem Druck wird in allen Säften und Organen mehr *O* und *N* absorbiert und diese absorbirten Gase, welche dem Henry-Dalton'schen Gesetze gehorchen, treten bei plötzlicher Druckverminderung noch innerhalb der Gefäße in Bläschenform auf und können durch Verstopfung wichtiger Zweige des Gefäßsystems den Tod herbeiführen. Es ist daher durch geeignete Vorsichtsmaßregeln stets eine langsame Druckänderung herbeizuführen. Der Kohlensäuregehalt des Blutes ändert sich unter hohem Drucke nicht, weil ja in der Atmosphäre sich nur Spuren von CO_2 finden, somit dem Entweichen der Kohlensäure aus dem Blute kein Hindernis entgegen steht.

Bei sehr hohem Luftdruck (15 Atmosphären), wie er allerdings auf Menschen nie einzuwirken pflegt, gehen Thiere, wie es scheint, an einer giftigen Wirkung des Sauerstoffes zu Grunde.

Ermittelung des Luftdruckes.

Zum Messen des Luftdruckes dient das Barometer. Zu genauen Beobachtungen bedient man sich des Gefäßbarometers und des Heberbarometers.

Das gebräuchlichste Barometer ist jenes von Fortin; dasselbe besteht aus einer Torricelli'schen Röhre, deren unteres Ende in ein Quecksilbergefäß taucht.

Zum Schutze gegen Beschädigung steckt das Barometerrohr und das Quecksilbergefäß in einer Metallhülse, die gewöhnlich ein Thermometer trägt (Fig. 8) und an jener Stelle, wo der Barometerstand abgelesen wird, durchbrochen ist. Die genau getheilte Scala ist an der Seite der Röhre angebracht und ihr Anfangsnullpunkt muss die Oberfläche *a b* (Fig. 9) des Quecksilbers im unteren Gefäße berühren, weil von dieser Oberfläche die Höhe der Quecksilbersäule gemessen wird. Allein diese Oberfläche senkt sich, wenn der Luftdruck stärker wird und steigt, sobald er abnimmt. Damit man trotzdem die Höhe genau finden kann, ist in dem Gefäße eine feine Spitze angebracht, welche immer die Oberfläche des Quecksilbers zu berühren hat, ehe man die Höhe desselben

in der Röhre misst. Um die Berührung zu bewerkstelligen, hat das Gefäß einen elastischen Boden, welcher durch eine Schraube *c* erhöht oder erniedrigt werden kann und zugleich zum Verschließen des unteren Endes der Röhre dient, wenn man das Barometer transportieren will. Damit beim Ablesen des Barometerstandes das Auge sich in gleicher horizontaler Ebene mit dem Gipfel der Quecksilberfläche befindet, ist am Nonius (unter Nonius versteht man eine Hilfsscala, welche durch die Eintheilung einer Linie von 9 *mm* Länge in 10 Theile es ermöglicht, $^1/_{10}$ *mm* abzulesen) ein kleines, halbkreisförmiges Röhrchen befestigt welches unten zwei parallele Fäden trägt, die mit dem Nullpunkt des Nonius in einer horizontalen Ebene liegen. Diese Fäden verschiebt man nebst dem Nonius so lange, bis sie und der Gipfel des Quecksilbers sich decken, dann ist auch das Auge in gleicher Höhe mit der Quecksilberkuppe.

Bei einer genauen Bestimmung des Barometerstandes muss die Temperaturveränderung, ferner die Ausdehnung der metallenen Scala durch die Wärme mit in Rechnung gebracht werden. Hierüber geben die Lehrbücher der Physik den nöthigen Aufschluss

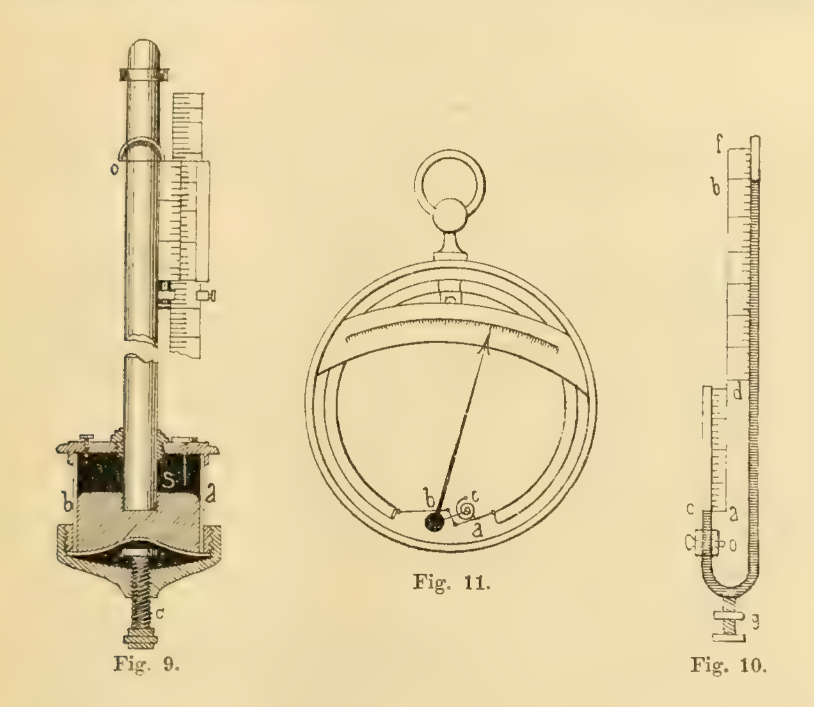


Fig. 9. Fig. 11. Fig. 10.

Das **Heberbarometer**, in Fig. 10 schematisch dargestellt, besteht aus einer Glasröhre mit zwei parallelen Schenkeln. Beide Schenkel müssen vollkommen gleich weit sein, so weit sich die Veränderungen in dem Quecksilberstand erstrecken; der untere Theil dagegen kann eine beliebige Weite haben. Der Niveauunterschied des Quecksilbers in dem verschlossenen längeren und dem offenen kürzeren Schenkel gibt den Druck der Luft an. Um ihn zu finden, ist entweder die Scala *a b* oben mit dem Nonius versehen und die Barometerröhre lässt sich durch die Schraube *g* um so viel erhöhen, dass der Anfangspunkt *a* der Scala stets mit der Quecksilberfläche *c* in dem kürzeren Schenkel zusammenfällt, oder das Glas enthält selbst die Eintheilung. In letzterem Falle wird nur die Höhe irgend eines Punktes *f* über *d* genau gemessen und die Eintheilung von *f* und *d* abwärts in Millimetern aufgetragen. Dieses Barometer ist transportabel, wenn es bei 0 einen eisernen Hahn hat, durch welchen man das beim Schiefhalten in den langen Schenkel zurückgetretene Quecksilber abschließen kann; das in dem kurzen Schenkel zurückbleibende Quecksilber wird durch ein mit Baumwolle umgebenes Fischbeinstäbchen abgeschlossen. Damit das Quecksilber, wenn es sich durch die Wärme ausdehnt, die Röhre nicht sprengt, sind beide Schenkel da, wo der Hahn sich befindet, durch eine eiserne Röhre verbunden, deren Fütterung elastisch ist.

Die Metallbarometer (Aneroide) gründen sich darauf, dass eine dünne. biegsame Röhre, die ein wenig plattgedrückt und in einer Ebene, senkrecht zur plattgedrückten Seite, aufgerollt ist, bei jedem von innen erfolgenden Druck gerade zu werden strebt und wenn der Druck von außen zunimmt, sich stärker krümmt. Bei diesem Barometer ist die Röhre luftleer und in der Mitte festgemacht. Die Bewegung ihrer Enden wird, wie die Fig. 11 zeigt, einer Nadel mitgetheilt, welche den entsprechenden Barometerstand auf einem Kreisbogen angibt. Um die Bewegung der Nadel hervorzubringen, sind an der Röhre zwei Drähte *a* und *b* und ein kleiner Hebel befestigt, der auf der Achse der Nadel senkrecht steht. Der letztere wird durch die Spiralfeder zurückgeführt, wenn der Luftdruck zunimmt. In ähnlicher Weise ist das Aneroid-Barometer von Vidi construiert, welches der Hauptsache nach aus einem cylindrischen luftleeren Gefäß von Metall besteht, dessen Boden von starkem und dessen Deckel von dünnem, durch kreisförmige Biegungen sehr elastischem Blech ist. Für die meisten Beobachtungen reicht das Aneroidbarometer aus.

Drittes Capitel.

Verunreinigungen der Luft.

Gase und Dämpfe.

Verunreinniungen der Atmosphäre sind Stoffe. die sich bei normaler Zusammensetzung derselben überhaupt nicht finden oder größere Mengen solcher, die bei normaler Zusammensetzung nur in geringen Quantitäten vorzukommen pflegen. In sehr seltenen Fällen lassen sich, wie schon aus den bei der Kohlensäure besprochenen Verhältnissen hervorgeht, gasförmige Verunreinigungen nachweisen; allenfalls in der Luft über Sümpfen Sumpfgas oder Schwefelwasserstoff, oder in der Nähe von Fabriken mit großen Heizanlagen Schwefelsäure und schweflige Säure. Im Allgemeinen kommt es nur bei stagnirender Luft und in geschlossenem Raume zu gesundheitsschädlichen Anhäufungen.

Die näheren Angaben hierüber werden in der Gewerbehygiene ihren Platz finden und sei hier nur die wesentlichste Aufzählung der in Betracht kommenden Gase gegeben.

Es finden sich als gasförmige Verunreinigungen indifferente Körper, welche nur durch Verdünnung des Sauerstoffes der Luft Bedeutung haben, wie Wasserstoff und Grubengas in den Bergwerken; ferner irrespirable Gase, wie schweflige Säure, salpetrige Säure, Salpetersäure, Ammoniak, Chlorgas, endlich giftige Gase, wie Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, selten Arsen- und Phosphorwasserstoff, Jod und Bromdämpfe und Kohlensäure.

Die Luft enthält in der Regel auch Substanzen — größtentheils Dämpfe — welche ihr einen bestimmten Geruch verleihen, der allerdings bei längerer Einwirkung oft nicht mehr empfunden wird. Nur eine relativ kleine Anzahl solcher Gerüche können wir unterscheiden und näher bezeichnen. Diese riechenden Stoffe sind zum Theil von mächtiger Wirkung auf das Centralnervensystem.

Bekannt ist die angenehme Anregung, welche der harzartige Geruch der Waldesluft uns verschafft; gewissermaßen wie ein Genussmittel lockt er zu tiefen Athemzügen und nicht zum geringsten Theile ist er es, welcher der Waldesluft auch den Ruf einer besonders gesund-

heitsfördernden Luft gebracht hat. In eigenthümlicher Weise wirkt auf uns der Duft gewisser Blumen belebend und anregend.

Aber auch mit gegentheiligen Eigenschaften kann die Luft behaftet sein. Manche Gerüche erzeugen in uns das intensivste Ekelgefühl, wirken appetitstörend und selbst brechenerregend. Fäulnisgase, Kloakengase, die durch den Aufenthalt von Menschen verdorbene Luft, die Gerüche mancher Gewerbebetriebe gehören hierzu.

Die Empfindlichkeit für solche oder überhaupt für Gerüche ist bei den verschiedenen Personen recht verschieden und allmählich an mancherlei Gerüche eine Accommodation möglich.

Viele fäulnisartige Gerüche sind an die Bacterien selbst gebunden und gehen nicht in die Flüssigkeiten über. Die durch den Geruch wahrgenommenen Substanzen sind minimale; 1 m^3 Luft riecht noch nach Rosenöl, wenn $^1/_{2000}$ *mg* Öl vorhanden ist und sicher kommen noch größere Verdünnungsgrade der riechenden Substanzen vor.

Ob außer den mannigfachen vorzüglich psychischen Einflüssen, welche durch Gerüche erregt werden können, noch andere Wirkungen im Körper selbst sich geltend machen, ist unbekannt, kann aber wegen der geringen stofflichen Menge, welche dabei thätig ist, keineswegs verneint werden.

Dass außer den riechenden Stoffen noch andere, unter Umständen schädliche Körper in der durch den menschlichen Aufenthalt verdorbenen Luft sich finden, ist wahrscheinlich. Bei der Besprechung der Nothwendigkeit der Ventilation wird auf diese Frage nochmals Bedacht genommen.

Untersuchung der Luft auf Gase.

Für mancherlei Fragen kann man die exacte Gasanalyse nicht entbehren. Zu deren Ausführung bedarf es complicierter Apparate und großer Gewandtheit. Es kann hier nicht näher auf diese Methoden eingegangen werden und muss auf die näheren Angaben in Bunsen's „Anleitung zur Gasanalyse" und Hempel's Gasanalyse verwiesen werden.

Besonders die Hempel'schen Apparate eignen sich vorzüglich für den Gebrauch im hygienischen Laboratorium.

In den meisten Fällen kann man aber einfacherer Untersuchungsmethoden, welche namentlich die Anwendung des Quecksilbers als Sperrflüssigkeit vermeiden und leicht transportabler Apparate sich bedienen.

Bunte's Gasburette entspricht nach verschiedensten Richtungen hin den zu stellenden Anforderungen. Sie besteht (Fig. 12) aus einer sorgfältig in 100 Theile getheilten Röhre, welche oben durch einen doppelt durchbohrten Hahn, unten durch einen einfachen Glashahn zu schließen ist. Zwischen beiden Hähnen besitzt die Messröhre noch einen Glasmantel, welcher durch den Kork *m*, *m* abgeschlossen ist, Wasser enthält und die Röhre von kleinen Temperaturschwankungen der Luft unabhängig machen soll. Der obere Hahn *a* kann die Röhre mit einem Schlauche *S*, der zur Zuleitung des zu untersuchenden Gases dient, in Verbindung setzen, die zweite Bohrung aber führt nach dem kleinen Gefäßchen *t*, das eine bestimmte Marke trägt.

Um die Burette mit Gas zu füllen, stellt man den Hahn *a* so, dass die axiale Bohrung mit dem Messraum *A* communiciert und gießt Wasser in den Trichteraufsatz *t* bis zur Marke. Dann verbindet man das Rohr, welches das zu untersuchende Gas zuführen soll, mit *a* und saugt mit dem Kautschukballon *V* längere Zeit Gas durch den Apparat. Man dreht die Hähne um 90° und schließt so das Gas ab, das Wasser des Trichteraufsatzes bildet den Abschluss nach oben. Der Schlauch *s* wird abgenommen und durch ein kurzes Stück Schlauch mit Glasstopfen der Hahn *a* an dieser Stelle geschlossen. Nun kann der Hahn *a* in seine alte Stellung zurückgedreht werden.

Zur Messung des Gases (Fig. 13) schiebt man den Kautschukschlauch *l* über die Spitze bei *b* und lässt nun Wasser aus dem Standgefäße *F* bei geöffnetem Hahn *a*

zufließen, bis der 0-Punkt erreicht ist. Das überschüssige Gas entweicht durch den Trichter *t*. Nun befinden sich gerade 100 *cm*³ von der Temperatur der Glastheile und unter einem Drucke, der um den Widerstand des Wassers in *t* größer ist, als der herrschende Barometerdruck in der Röhre. Hahn *a* und *b* werden geschlossen. Da die

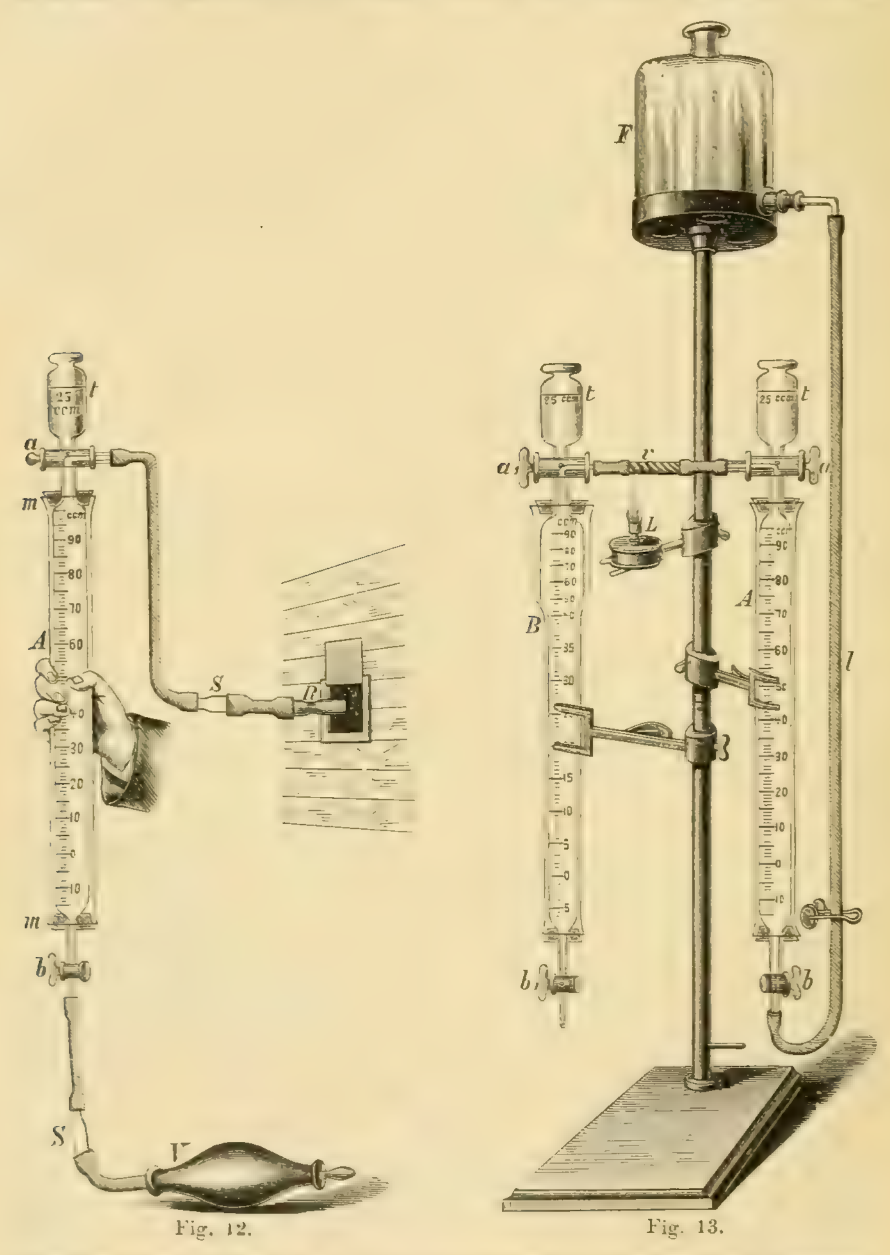


Fig. 12. Fig. 13.

Gasanalyse rasch vollendet ist, so hat man Barometerdruckänderungen und Temperaturänderungen nicht zu befürchten und bedarf keiner Berechnung von Temperatur und Druck. — Die einzelnen Gase werden durch Absorption bestimmt. Die Absorptionsmittel werden in einer äußerst einfachen Weise in die Messröhre gebracht

Eine kleine Spritzflasche trägt an ihren Glasröhrchen Kautschukschläuche: den einen mit der bis auf den Boden der Spritzflasche reichenden Glasröhre verbundenen Schlauch schiebt man über die Spitze bei *b*, saugt an dem zweiten Kautschukschlauch der Spritzflasche und öffnet bei *b*. Es wird ein Theil des Wassers aus der Röhre gesogen: in der Röhre entsteht ein negativer Druck. Man schließe bei *b* und entferne den Schlauch der Spritzflasche. Sodann bringt man in einem kleinen Porzellanschälchen die Absorptionsflüssigkeit an die Spitze bei *b* und öffnet *b*. Nun wird ein Theil der Flüssigkeit in die Röhre gesogen, dann *b* geschlossen.

Die Röhre *A* ist leicht von dem Stative abzunehmen; man legt den Daumen auf *t* und umfasst mit der anderen Hand die Spitze bei *b* und schüttelt kräftig durch. Man kann nun, wenn nennenswerte Mengen von Gas absorbiert werden, nochmals durch *b* Absorptionsflüssigkeit einsaugen lassen.

Nach beendigter Reaction dreht man den Hahn *a* um 90° und lässt Wasser aus dem Trichter *r* nachfließen unter fortwährendem Ersatz des Wassers bis zur Marke: wenn kein Wasser mehr in die Röhre fließt, wird *a* geschlossen und gewartet, bis durch das Zusammenfließen der Feuchtigkeit der Wandungen der Meniscus constant geworden ist. Die abgelesene Zahl gibt direct die Zusammensetzung in Procenten. Bei sorgfältiger Arbeit schwanken die Werte um nicht mehr als 0.2 Procent.

Zur Bestimmung der Kohlensäure verwendet man Kalilauge; sodann kann man den Sauerstoff durch Einführen von Pyrogallussäurelösung, nachdem man einen Theil der Kalilauge abgesogen hat, bestimmen. Da die Pyrogallussäure nur in alkalischer Lösung *O* absorbiert, hat man meist noch etwas Kalilauge ansaugen zu lassen

Man schüttelt so lange, bis bei dem Öffnen von *a* kein Wasser aus dem Trichter *t* mehr angesaugt wird. Da die tiefschwarze Lösung der mit *O* in Berührung getretenen Pyrogallussäure das Ablesen der Theilung an der Röhre erschwert, so kann man einen Theil der Pyrogallussäure bei *b* absaugen und dafür Wasser bei *a* nachtreten lassen.

Durch die Absorptionsanalyse kann ferner bestimmt werden: schweflige Säure durch Jodlösung, Kohlenoxyd durch Kupferchlorür, Chlor durch Kupferchlorür, Stickoxyd mit schwefelsaurem Eisenoxydul.

Näheres mag hier über die Bestimmung des Kohlenoxyds, weil dasselbe im Leuchtgas und den Verbrennungsgasen eine wichtige hygienische Rolle spielt, noch mitgetheilt sein. Nachdem CO_2 und O mit der Bunte'schen Burette bestimmt sind, wäscht man durch Absaugen bei *b* und Zufliessenlassen frischen Wassers bei *a* die Burette aus, bis das Absorptionsmittel entfernt ist und lässt nun die saure Lösung von Kupferchlorür ansaugen, schüttelt durch und bestimmt wie oben das Volum.

Durch eine Modification des Apparats, welche Fig. 13 darstellt, ist es auch möglich, den Wasserstoffgehalt einer Luft zu bestimmen. Das zu untersuchende Gas wird, nachdem es gemessen ist, mit einer gleichfalls gemessenen Quantität atmosphärischer Luft gemischt. Dann wird Burette *A* mit Burette *B* durch ein an die beiden Hähne *a* anschließendes Röhrchen, das im Innern ein kleines Stück Palladiumdraht *v* trägt, verbunden. *B* ist mit Wasser gefüllt.

Man lässt nun, nachdem *v* durch einen kleinen Bunsenbrenner erwärmt ist — um ungleiche Erwärmung zu verhüten, wird *v* mit einem Drathnetz umwickelt — durch Verbinden von *l* mit der Spitze *b* Wasser in *A* treten und im selben Tempo Wasser aus *B* bei *b* ausfliessen; die Gase gehen über den erhitzten Palladiumdraht nach *B* und von da nochmals durch Austreiben aus *B* nach *A* zurück. Man schliesst den Hahn *a* nach *v* zu, lässt erkalten und stellt den Arbeitsdruck wieder her und liest ab.

Es wird je nach dem Wasserstoffgehalt verschieden eine Verminderung des Volums eingetreten sein. Die abgelesene Contraction mit $^2/_3$ multiplicirt, gibt den Wasserstoffgehalt, da ja 2 Volumen Wasserstoff mit 1 Volum Sauerstoff zu Wasser zusammengetreten sind.

Ist Kohlenoxyd vorhanden, so verbrennt dieses zu CO_2. Der Kohlenoxydgehalt ist dann gleich der Hälfte der Volumencontraction. Bei Mischungen von Kohlenoxyd und Wasserstoff entfernt man entweder das Kohlenoxyd, ehe man den Wasserstoff durch Verbrennen mit Palladium bestimmt; oder man lässt nach der gemeinsamen Verbrennung von Wasserstoff Kalilauge zutreten und absorbiert die erzeugte Kohlensäure.

Eine Bestimmung des Wasserdampfes ist bei der Methode von Bunte nicht ausführbar und auch nicht nöthig, da alle Gase im Wasserdampf gesättigten Zustande gemessen werden.

Soll daher der Wasserdampfgehalt eines Gasgemenges näher bestimmt werden, so geschieht diese am besten so, dass man gemessene Quantitäten Luft im langsamen Strome durch Kölbchen leitet, welche mit Bimssteinstücken und concentrirter Schwefelsäure gefüllt sind. Die Kölbchen besitzen ein eingeschmolzenes Rohr, das bis nahe

auf den Boden reicht, als Zuleitung für die Luft und an dem Halse des Kölbchens ein rechtwinkelig gebogenes Röhrchen eingeschliffen als Stopfen.

Die Bimssteinstücke werden erst stark in einem hessischen Tiegel erwärmt, dann heiß in concentrierte Schwefelsäure geworfen. Sie saugen sich beim Abkühlen durch ihre ganze Masse hindurch mit Schwefelsäure voll. Man gießt die Masse auf einen Trichter, lässt die Hauptmasse der Schwefelsäure rasch abträufeln und füllt in das Kölbchen ein.

Zur Controle werden zwei Kölbchen hintereinander geschaltet, das zweite Kölbchen darf keinen Gewichtszuwachs unter dem Durchleiten von Luft erfahren, sondern es soll aller Wasserdampf in dem ersten Kölbchen zurückbleiben.

Gelegentlich der Gewerbebetriebe kann eine Verunreinigung der Luft in Räumen, wohl seltener der freien Luft eintreten.

Zum Nachweis der schwefligen Säure leitet man eine gemessene Quantität Luft durch eine Jodlösung, welche etwa 12·55 *gr.* Jod im Liter enthält. Das Jod wird durch Natrium hyposulfit titriert, von welchem 24·8 *gr.* zu einem Liter gelöst werden: als Indicator dient Stärkekleister, dessen blaue Farbe verschwindet, sobald alles Jod in JNa übergeführt ist.

$$2\, Na_2S_2O_3 + 2\, J = Na_2S_4O_6 + 2\, JNa.$$

Bei der Absorption von SO_2 in Jodslösung wird ein Theil des Jods in Jodswasserstoff verwandelt.

$$SO_2 + J_2 + 2\, H_2O = SO_4H_2 + 2\, JH.$$

Schwefelwasserstoffgehalt der Luft ist durch den Geruch oder die Färbung eines mit Bleizucker getränkten Filtrierpapierstreifens erkennbar. Oder mittelst Nitroprussidnatrium von schwachalkalischer Lösung, wobei Rothfärbung eintritt. Quantitativ lässt er sich wie die schweflige Säure mit Natriumhyposulfit bestimmen, da

$$J_2 + SH_2 = 2\, JH + S.$$

also auch Jod in Jodwasserstoff eingewandelt wir.

Chlor und Bromdämpfe treiben aus einer (10%) Jodkaliumlösung Jod aus; das in analoger Weise wie oben zu titrieren ist. Über Salpetrige Säure und Salpetersäure wie Ammoniak s. u. Wasser.

Während verunreinigende Gase nur unter vereinzelten, localen Verhältnissen in bedeutender Menge in der Luft aufgefunden werden, findet sich Staubtheilchen in der Luft selbst auf Punkten, die dem Treiben der Menschen und der Thiere weit entrückt sind. Die Anwesenheit der in der Luft suspendirten Körperchen ist Jedermann durch jene glänzenden Partikelchen, die man beim Einfallen eines Bündels Sonnenstrahlen in einen dunklen Raum wahrnimmt und deshalb Sonnenstäubchen nennt, bekannt. Experimente, bei welchen verschiedene, auch Luftschichten die man in erheblicher Höhe über dem Erdboden geschöpft hatte, durch elektrisches Licht beleuchtet wurden, haben die beinahe absolute Allgemeinheit der Verbreitung des Staubes in der Luft dargelegt (Tyndall).

Ueber die Verbreitung von Luftstaub kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man erwägt, dass es fast unmöglich ist, bei spectralanalytischen Beobachtungen die gelbe Linie des Natriums nicht zu sehen, d. h. eine Luft vor sich zu haben, die frei von natriumhaltigem Staub ist.

Die Staubtheilchen setzen sich bei Ruhe der Luft grösstentheils ab. Die feinsten Theilchen jedoch scheinen der Schwere fast nicht mehr unterworfen zu sein, weil ihre Oberfläche im Verhältnis zu ihrer Masse unendlich groß ist und ausserdem auch noch eine verhältnismäßig sehr bedeutende Luftschichte festhält. Ihr specifisches Gewicht wird also ausserordentlich vermindert, die Reibung der Luft nahezu unüberwindlich. Die minimalste Luftbewegung reicht hin, sie am Falle zu hindern (Nägeli.)

Die stärkeren Luftströmungen vermögen auch größere Partikelchen zu tragen und weit mit sich fortzureißen. So z. B. fällt, wie beobachtet wird, auf die Gestade Portugals und Nordwestafrikas nicht selten ein

Staubregen, der Reste von Algen oder Infusorien enthält, die theils lebend, theils fossil nur in den Steppen von Südamerika gefunden werden.

Freilich lässt sich erwarten und bestätigt sich auch, dass die Luftschichten, je näher sie den stauberzeugenden Flächen liegen, desto mehr Gelegenheit finden, Staub aufzunehmen.

Auf den in die Luft gelangten Staub wirken Umstände, die seine Ausscheidung aus der Atmosphäre und sein Ablagern auf die Erdoberfläche veranlassen. Je weniger bewegt die Luft ist, desto mehr setzen sich zuerst die gröberen, dann die feineren Theilchen zu Boden. Räume, in denen die Luft sehr ruhig bleibt, oder ihre Geschwindigkeit verlangsamt ist, wie unsere Wohnräume, befördern ganz besonders das Ablagern von Staub und sind deshalb als Staubfänger anzusehen. Regen, Schnee und Thau schlagen den Luftstaub nieder und reinigen so die Luft.

Die Qualität und Zusammensetzung des Staubes hängt zunächst von den ursprünglichen Flächen ab, von denen er stammt. Die fortwährenden Veränderungen der Dinge und Wesen auf unserer Erde liefern den verschiedenartigsten Detritus, und deshalb finden wir im Luftstaub Partikelchen von der variabelsten chemischen und physikalischen Zusammensetzung. Sehr häufig wird Kochsalz gefunden, das offenbar mit dem Wasserdampf und dem Wasserstaub von der Meeresfläche emporgerissen und mit den Seewinden dem Continent zugetragen wird. Der Straßenstaub besteht aus mehr oder weniger grossen Körnchen und Splitterchen jener Gesteinsarten, aus denen das Pflaster die Mauern, die Dächer bestehen, aus Sand, trockenem Pferdemist oder sonstigem Unrath. Man findet weiter in ihm Kohlentheilchen, dem Russ der Feuerungen entstammend, Haare, Woll- und Baumwollfasern, zumeist durch Abnützung der Kleider entstanden, Stärkezellen, Eisentheilchen etc. in großer Fülle. Aber auch die seltensten und wertvollsten Stoffe trifft man im Straßenstaub der Städte an, selbst Gold und Silber. Münzen verlieren nach zehnjährigem Umlauf bis 2 Procent an Metallwert. Die Pflanzenwelt liefert Staub, welcher Samen, Sporen, Keime und Pollen oder Pflanzendetritus und Zerfallsproducte enthält. Das Thierreich gibt Staub, der aus Epithel, Eiterzellen, eingetrockneten See- und Excreten, Partikelchen unveränderter, verwesender oder verwester Körpergewebe u. s. w. besteht.

Welche Menge von Staub in der Luft enthalten ist, suchten mehrere Forscher auf verschiedene Weise zu bestimmen. Tissandier leitete die zu untersuchende Luft durch eine U-förmige Röhre, in welcher sich destillirtes Wasser befand; in langsamem Strome leitete er große Luftmengen durch das Wasser, trocknete dieses ein und brachte das gefundene Gewicht als atmosphärischen Staub in Rechnung. Er fand in Paris in 1 m^3 Luft 6 bis 23 *mg* Staub; die erstere Menge bei regnerischem Wetter, die letztere an trockenen Tagen. Bei den im Jahre 1875 auf dem Lande ausgeführten Untersuchungen fand er bei feuchter Witterung bloß 0·25 *mg* Staub, bei trockenem Wetter 3 bis 4·5 *mg*.

Tissandier hat den mit diesen Methoden erhaltenen Staub auch chemisch geprüft und gefunden, dass er 25 bis 34 Procent verbrennbarer — organischer — Bestandtheile enthält.

Tischborn fand, dass der in einer Höhe von 43 *m* gesammelte Staub 29·7 Procent, der in den Straßen gesammelte aber 45·2 Procent verbrennbarer Bestandtheile enthält.

Nach Fodor betrug der atmosphärische Staub in Budapest durchschnittlich in 1 m^3 Luft 0·4 *mg*, in der Höhe von 5 *m* über dem Straßenniveau gemessen. Die geringsten Staubmengen fanden sich im Winter dann im Frühjahr; die größten im Sommer und Herbst.

Die Bedeutung der staubförmigen Elemente der Luft hängt zunächst von der jeweiligen Natur der Staubpartikelchen und der Dauer der Einwirkung des Staubes ab. Vorübergehende Einwirkungen chemisch indifferenten Staubes, wie es wenigstens seiner Hauptmasse nach der Luftstaub ist, werden meist ohne Nachtheil vertragen; wir besitzen gegen diese unvermeidlichen Ingesta eine gewisse Widerstandskraft. Dagegen kann die dauernde Einwirkung eines chemisch differenten Staubes eine Reihe von gewerblichen Vergiftungen erzeugen; so kommen vor Blei-, Quecksilber-, Arsen-, Phosphor-, Nikotin- und Anilinvergiftungen. Aber auch durch die physikalischen Eigenschaften des Staubes treten Erkrankungen, die sogenannten Staubinhalationskrankheiten, Anthracosis, Siderosis, Chalicosis auf. (Näheres siehe unter Gewerbehygiene.)

Luftkeime. *)

Die organischen Bestandtheile des Luftstaubes bestehen zum Theile aus niederen thierischen und pflanzlichen Organismen, und Ehrenberg, der sich schon im Jahre 1830 mit der Untersuchung der im Staube enthaltenen organisirten Formen beschäftigte, konnte die weite Verbreitung von Organismen aller Art in demselben darthun, da im Berliner Staub zeitweilig Formen auftraten, welche Afrika zugehörten.

Verschiedenartige Infusorien, niedere Pflanzen aller Art und ihre Sporen werden gefunden. Die alleinige morphologische Beschreibung dieser im Staube wahrnehmbaren Elemente hat nur geringe hygienische Bedeutung; dagegen interessirt uns in erster Linie, ob sich noch entwickelungsfähige Keime finden, wie gross deren Zahl ist und welcher Art sie sind.

Dass eine grosse Zahl sich finden müsse und dass dieselben allerorts verbreitet sind, folgert aus zahlreichen Thatsachen.

So wissen wir namentlich durch die behufs Widerlegung der Generatio äquivoca angestellten Versuche, dass bei Behinderung des Zutrittes der Luft oder bei Ausschluss ihrer geformten Fermente auch eine Reihe bekannter Gährungserscheinungen nicht eintreten: Die Harnzersetzung, die Milchsäurebildung aus Milchzucker, die Fäulnis des Eiweißes und die Hefegährung u. s. w.

Nachdem aber der Beweis erbracht ist, dass bei vielen Volkskrankheiten die Krankheitserreger in Organismen zu suchen sind, gewinnt alles, was die Erkenntnis dieser zu erweitern imstande ist, erhöhten Werth.

Die Gährungs- wie Krankheitserreger gehören dem Protozoënreiche sowie den Schimmel-, Spross- oder Spaltpilzen zu, von denen die letzteren wieder als Mikrokokken, Spirillen, Bacillen unterschieden werden, u. s. w.

---

*) Bezüglich der Morphologie und Biologie der Luftkeime muss auf den elften Abschnitt verwiesen werden.

Im allgemeinen verhält sich das Vorkommen der Mikroparasiten wie die Verbreitungsweise des Staubes überhaupt; sie entstammen der Oberfläche der Erde oder den Menschen und finden in der Luft keine Bedingungen zur Weiterentwickelung oder Vermehrung.

Die Zahl der lebensfähigen Keime in der Luft ist wechselnd und namentlich hat auf dieselbe Einfluss 1. die Luftbewegung und deren Intensität, weil durch dieselbe der Transport der Keime stattfindet; 2. der Grad der Trockenheit, insoferne dadurch das Zerstäuben ermöglicht wird; 3. die Temperatur, weil von dieser das Wachsthum und die Vermehrung der Keime bestimmt wird; 4. die Nähe von Wuchsstätten der Mikroparasiten.

Es wird angegeben, dass ein täglicher Cyklus des Keimgehaltes der Luft bestehe; am zahlreichsten sollen sich Mikroparasiten in den ersten Stunden des Morgens und dann den ersten Stunden des Abends finden (Miquel, Freudenreich); ferner scheinen verschiedene Mengen in verschiedenen Monaten und Jahreszeiten vorhanden zu sein (Fodor), am wenigsten im Winter, am meisten im Herbste. Die atmosphärischen Niederschläge vermindern den Keimgehalt der Luft. In den Städten enthält die Luft mehr Keime (einige Tausend in 1 m^3) als auf dem Lande (wenige Hundert in 1 m^3); die Festlandsluft mehr als die Luft der See (Fischer), die sogar — bei günstiger Windrichtung — nahezu keimfrei sein kann.

Je weiter man sich von den Stätten menschlicher Cultur, von bebautem Lande entfernt, desto weniger Keime sind aufzufinden; auf hohen Bergen und in der Gletscherluft treten die Keime bis auf wenige Individuen für 1 m^3 Luft zurück.

In geschlossenen Räumen lagern sich bei Ruhe die Keime ab, aber jeder Lufthauch wirbelt sie aufs Neue auf. In der Regel überwiegen die Schimmelpilze in der Luft, selten die Spaltpilze (Hesse, Petri). Die bis jetzt vorliegenden Angaben über das Auffinden krankmachender (pathogener) Keime in der Luft bedürfen noch weiterer Feststellung.

Eine mehrfach constatirte Erkrankung, bei der vielleicht der Luftstaub den Krankheitskeim überträgt, ist die Hadernkrankheit, welche bei den Hadernsortiererinnen in den Papierfabriken auftritt. Man hat diese Erkrankung für Milzbrand gehalten, neuerdings aber will Krannhals den Bacillus des malignen Oedems als die Ursache der Krankheit ansehen.

Bei dem Einathmen der Luft wird ein Theil des in der Luft vorhandenen Staubes, also auch der Mikroparasiten, an den feuchten Wandungen der Athemwerkzeuge zurückgehalten, ein grosser Theil aber wieder ausgeathmet; auch die letzten ausgeathmeten Partien der Athemluft, welche am weitesten in die Lunge vordringen, sind nicht staubfrei. Bei ruhiger Athmung staubfreier Luft finden sich in der Ausathemluft aber keine Keime, es sei denn, dass durch Hustenstöße und Nießen ein Zerstäuben von Flüssigkeiten einträte.

Im allgemeinen bleiben die gröberen Partikelchen und Sonnenstäubchen in der Lunge zurück, die feinsten Stäubchen, welche auch sonst sich schwer ablagern, treten wieder aus. Letztere bestehen in der That aus organisiertem Materiale, d. h. Keimen (Hesse), scheinen aber

nicht lebensfähig zu sein. Speichel und Schleim spülen die abgelagerten Keime weg; ein Theil gelangt durch Verschlucken in den Magen.

Die lebenden Organismen, so wichtig sie sind, machen ihrem Gewichte nach einen minimalen Bruchtheil der im Staube vorhandenen organischen Substanzen aus.

Untersuchung der Luftkeime.

Zur Untersuchung der Natur des Laufstaubes bediente man sich früher des Aëroskopes von Pouchet (s. Fig. 14). Ein Aspirator steht mit einer durch einen Deckel *f* mittelst der Schraube *g* und der Klemme *h* luftdicht verschließbaren Glastrommel *A*, welche sich auf einem Stativ befindet, in Verbindung. Die Glastrommel ist oben und unten durchbohrt. In die obere Oeffnung ist ein Glastrichter *a* mit einer sehr engen Ausflussöffnung eingefügt, die untere Oeffnung enthält ein Rohr *c*, das durch einen Gummischlauch mit dem Aspiratur in Verbindung steht. Innerhalb der Trommel, und zwar unmittelbar unter der Trichteröffnung liegt ein mit Glycerin bestrichenes Glasplättchen *b*, das durch die Schraube *d* beliebig höher und niedriger gestellt werden kann. Sobald man den Aspirator in Thätigkeit setzt, strömt durch den Trichter Luft ein; diese gibt, über das Glycerin streichend, an diese klebrige Flüssigkeit alle oder wenigstens den größten Theil ihrer staubförmigen Bestandtheile ab. Das Glycerinpräparat wird hierauf unter das Mikroskop gebracht und hier untersucht.

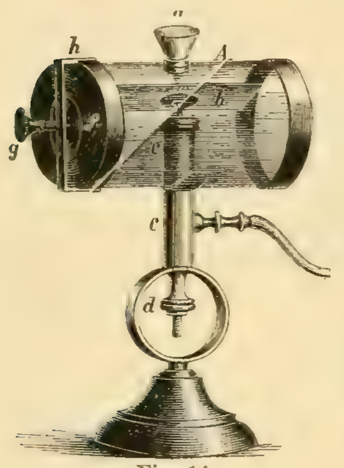


Fig. 14.

Pasteur hat die Luft durch Schießbaumwolle aspirirt, dann diese in Aether aufgelöst und den Bodensatz untersucht.

Die einfache mikroskopische Untersuchung genügt aber nicht zu voller Erkenntnis der Bedeutung der im Staube vorhandenen Mikroorganismen; sie lehrt nichts darüber, ob die Keime noch lebensfähig sind oder nicht, auch ob sie Gefahren bringen können oder nicht.

Zur Untersuchung der Mikroparasiten des Staubes können nur die auf den von R. Koch eingeführten Culturverfahren basirenden Methoden verwendet werden.

Eines dieser Culturverfahren, welches die Zählung und Untersuchung der in der Luft vorhandenen Keime ermöglicht, ist von Hesse angegeben. Durch eine horizontal gestellte Röhre (etwa 70 *cm* lang, 3 bis 4 *cm* im Durchmesser), deren Wandungen mit Nährgelatine und deren Boden mit dickerer Schicht überkleidet sind, wird Luft in langsamem Strome mittelst eines kleinen Aspirators von bekanntem Inhalt hindurchgesogen. Die Röhre ist an der einen Seite verschlossen durch eine Gummikappe mit einer 1 cm^2 großen Eintrittsöffnung, das andere Ende durch einen durchbohrten Kautschukpfropfen, der ein 1 *cm* weites Glasröhrchen trägt. In letzterem stecken zwei kleine Wattepfropfen.

Die Staubtheilchen senken sich beim Durchstreichen der Luft auf die auf dem Boden ausgebreitete Gelatine ab, selten bleiben sie an anderen Stellen haften. Enthalten sie lebensfähige Keime, so werden dieselben bei Berührung mit der feuchten Gelatine den zu den Lebensfunctionen nöthigen Wassergehalt erhalten und bei der Anwesenheit des reichlichen Ernährungsmaterials sich zu vermehren beginnen. Jedes einzene Staubtheilchen, welches einen oder viele lebensfähige Keime der Schimmel-, Hefe- oder Spaltpilze enthält, wird einen solchen Entwicklungsherd bilden, und wenn aus der kleinen Aussaat recht viele Keime sich entwickelt haben, wird ein solches Häufchen auch dem bloßen Auge sichtbar; wir nennen dieses dann eine Colonie.

Diese Colonien erlauben wegen der Formverschiedenheit, der Farbenunterschiede, der chemischen Eigenschaften (Verflüssigung des Leimes oder Fehlen derselben), vielerlei Keime als besondere Arten zu trennen, welche durch die mikroskopische Beobachtung allein nicht würden unterschieden werden können.

Nicht alle festen Körperchen setzen sich auf dem Boden in der Röhre ab, aber die suspendiert bleibenden und im Wattepfropf am Ende der Röhre abgefangenen Partikelchen sind, wie nachgewiesen wurde (Hesse), keine lebensfähigen Organismen.

Wird Luft von vermuthlich geringem Keimgehalt untersucht, z. B. Luft im Freien bei Windstille, so kann man 10 bis 20 *l* Luft, bei großem Keimgehalt aber nur 1 bis 5 *l* durch die Röhre leiten. Dann wird die Eintrittsöffnung der Luft durch eine Gummikappe geschlossen.

Aus der Anzahl der nach mehreren Tagen gewachsenen Colonien schließt man auf die Anzahl der ursprünglich vorhandenen Keime. Dies ist aber nicht ganz richtig, weil die einzelnen auf die Gelatine fallenden Staubpartikelchen, welche oft eine bedeutende Größe haben, nicht je einen, sondern gewiss sehr viele Keime mit sich führen. Ferner wachsen in der von Hesse angegebenen Röhre nur Keime, welche durch den Sauerstoff der Luft nicht geschädigt werden; jene aber nicht, welche des Sauerstoffabschlusses bedürfen und nur solche, welchen die Nährgelatine als „Boden“ zusagt.

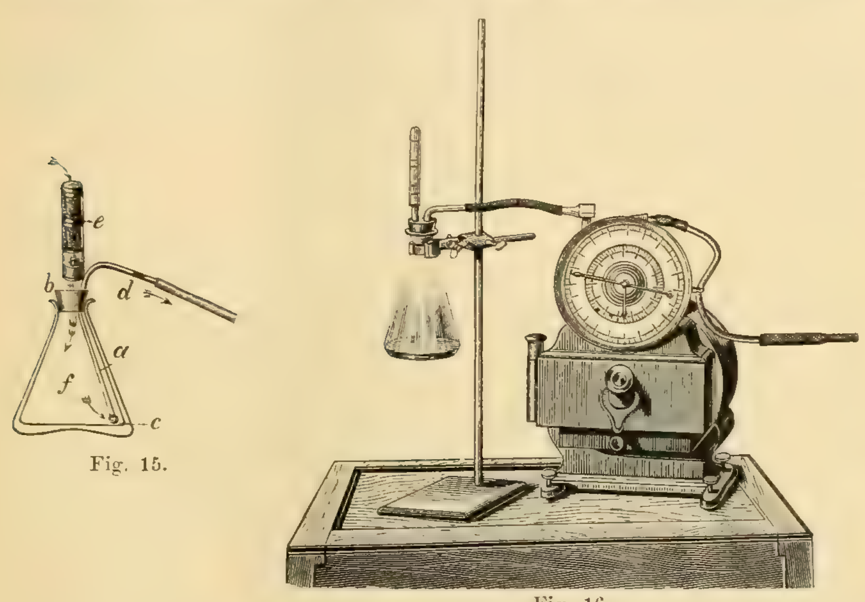


Fig. 15.

Fig. 16.

Die zu den Versuchen benützte Röhre und Nährgelatine muss mit Sicherheit durch ein geeignetes Sterilisierungsverfahren, ehe sie verwendet wird, keimfrei gemacht werden.

Die einzelnen Colonien gestatten dann eine weitere Untersuchung der Keime.

Außer in der von Hesse angegebenen Weise hat man auch durch Durchleiten gemessener Mengen von Luft durch sterilisierte Flüssigkeiten die Luftkeime bestimmt, oder durch Abfiltrieren mittelst sterilisierter Watte. Tyndall hat zuerst gelegentlich seiner Untersuchungen auf diese Eigenschaft der Watte, auch die feinsten Staubtheilchen zurückzuhalten, aufmerksam gemacht.

Bei den letztgenannten Methoden wurde die Watte, oder Flüssigkeit mit in der Wärme verflüssigter Nährgelatine gemischt und sodann letztere unter geeignete Vorsichtsmaßregeln auf sterile Platten in mäßig dünner Schicht ausgegossen und erstarren lassen; in der Gelatine wächst nach einiger Zeit die Aussaat zu Colonien aus.

Neuerdings hat man vielfach pulverige Substanzen als Luftfilter benützt. Zwar bieten sie der durchtretenden Luft viel mehr Widerstand als die Flüssigkeiten oder Watte, Glaswolle, Asbest u. dgl.; aber die als Filter dienende Substanz kann gleichmäßiger mit jenen Substanzen gemischt werden, welche als Nährboden dienen sollen (F. Frankland, Petri).

Ein kleines Röhrchen wird nach Petri mit 2 je 3 *cm* langen Sandfiltern beschickt. Die Sandfilter — zu denen man am besten Quarzsand von 0·25 bis 0·5 *mm* Korngröße verwendet — sind durch kleine Drahtnetze zusammen gehalten und stoßen, wie Fig. 15

zeigt, in der Mitte bei *e* aneinander. Das Sandfilter wird vor dem Versuche durch Baumwollpfropfen verschlossen und kann sodann entweder mit einer mit Gelatine ausgegossenen Controlflasche oder direct mit dem staarwandigen Zuleitungsrohr zu einer Gasuhr (Fig. 16) verbunden werden. Durch eine kräftig wirkende Luft- oder eine Wasserstrahlpumpe wird dann die Luft bis zu 10 *l* pro Minute hindurchgesaugt.

Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, muss die Temperatur der Luft und durch ein Manometer (das auf der Abbildung fehlt) der negative Druck in der Gasuhr gemessen werden, da derselbe bis auf $^1/_6$ des normalen Druckes sinken kann. Die durch gesaugten Luftmengen werden sodann auf 760 *mm* Druck reduciert.

Nach dem Versuche wird jedes Sandfilter für sich ausgesäet; das zweite Filter soll keine Keime enthalten. Man vertheilt den Sand am besten in mehrere Glasschälchen, in welchen sich Nährgelatine oder ein anderer fester Nährboden findet.

Literatur: Renk, die Luft, Handbuch der Hygiene 1885. — Tissandier, Les poussières de l'air, 1887. — Rubner, Archiv für Hygiene XI. — Miquel, die Mikroorganismen der Luft. — Petri, Zeitschrift für Hygiene III. — Flügge, Lehrbuch der hygien Untersuchungsmethoden. 1881. — P. Bert, La pression barométrique, 1878. — Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorolog. Beobachtungen Wien, 1876. — Lehmann, Archiv. Hygiene V. — Hüppe, die Methoden der Bakterienforschung. — Hempel, Neue Methode zur Analyse der Gase. 1880. — Kohlrausch, Leitfaden der Physik. Leipzig 1877.

Zweiter Abschnitt.

Die Wärme.

Erstes Capitel.

Allgemeines über die Wärmeökonomie.

Die Zufuhr strahlender Wärme durch die Sonne.

Als Quelle der Wärme kann für die Temperaturverhältnisse auf der Erdoberfläche nur die Sonnenstrahlung gelten; als Quelle des Wärmeverlustes die Ausstrahlung nach dem Weltenraume. Nur für jene seltenen Fälle, in denen der Mensch nach bedeutenden Tiefen unter die Erdoberfläche dringt (in Bergwerken oder Tunnels, welche unter bedeutenden Gebirgsstöcken hindurch getrieben werden), wird die Erdwärme wirksam.

Die Menge der Sonnenwärme, welche auf 1 cm^2 bestrahlte Fläche fällt, beträgt an der Grenze der Atmosphäre 2·83 (kleine) Calorien für die Minute (Langley) und würde hinreichen, in einem Jahre 29 *m* dickes Eis zu schmelzen. Von dieser Wärmemenge hält aber die Atmosphäre einen sehr wesentlichen Theil zurück; bei senkrechtem Einfall der Sonnenstrahlung und heiterem Himmel gelangen nur 64 Procent (nach anderer Angabe 75%) auf die Erde (im Niveau des Meeres). 36 Procent werden absorbirt. Diese absorbirende Wirkung entfaltet die Luft aber nur bei der ausserordentlichen Mächtigkeit der Atmosphäre, indess sie für kleinere Entfernungen als völlig diatherman, d. h. für die Wärme durchgängig gilt.

Die Absorption in der Atmosphäre ist ganz abhängig von der Stellung der Sonne. Je näher dem Horizonte sie steht, einen um so längeren Weg haben die Sonnenstrahlen zurückzulegen und um so dichtere Luftschichten zu durchsetzen.

Bei einer Sonnenhöhe von	0°	10°	30°	50°	70°	90°
ist die Dicke der Atmosphäre	35·5	5·6	2·0	1·3	1·1	1·0
und die durchgelassene Wärmemenge	0	0·2	0·56	0·69	0·74	0·75

die in die Atmosphäre tretende Wärmenge = 1 gesetzt.

An einem wolkenlosen Tage (14. Oct. 1890) betrug die direct bestimmte Wärmestrahlung der Sonne in Marburg:

Zeit	Zenithdistanz	Wärmemenge in Cal. p. Min. u. c².
8 45	62°	0·887
9 32	56°	0·900
10 10	53°	0·958
10 49	50°	0·987
11 37	47°	1·085

In ähnlicher Weise findet das Nachmittags der Abfall der Wärmestrahlung Statt. Zur Zeit des Sonnersolstitiums bei Hochstand der Sonne erreichen die Werte noch bedeutendere Größen.

Die Wärmewirkung ist dann weiter abhängig von dem Winkel, unter welchem die Strahlen auffallen; sie nimmt mit dem Sinus des Einfallswinkels ab. Die beiden Momente, Absorption und Einfallswinkel, bedingen die tägliche Wärmeschwankung, die Wucht der Tropensonne und ihre geringe Wirkung in hohen Breiten.

Die in der Atmosphäre absorbirten Strahlen sind aber für uns nicht ganz verloren; denn ihnen verdanken wir die sogenannte „diffuse“ Strahlung des Himmels, welche Licht, Wärme und chemisch wirksame Strahlen liefert. Ja, der Absorption der Atmosphäre verdanken wir gerade die Möglichkeit der Existenz von Thier- und Pflanzenwelt auf der Erde, indem sie die Bestrahlung mildert und die Ausstrahlung hindert.

Die Sonnenstrahlen bestehen aus Ätherwellen verschiedener Länge, die wir nach der Art ihrer Wirkung, welche sie beim Auffallen entfalten, als Licht-, Wärme- und chemische wirksame Strahlen zu bezeichnen pflegen. Die Absorption der Atmosphäre ist nun selectiv; es wird nicht von allen Strahlen ein gleicher, sondern ein verschiedener Bruchtheil absorbirt. Von den leuchtenden Strahlen gehen hindurch 81 bis 88 Procent (Bougier und Trepier), und zwar am wenigsten von den „blau“ empfundenen Strahlen (Langley), von den dunklen (Wärme) Strahlen 40 Procent (Radau), von den chemisch wirksamen 44 Procent (Bunsen).

Nun werden die leuchtenden Strahlen, welche einen großen Theil der gesammten Sonnenstrahlung repräsentieren, bei dem Auffallen an der Erdoberfläche in die (dunklen) Wärmestrahlen übergeführt. Wären sie leuchtend geblieben, so hätten sie fast ungehindert den Weg zum Weltenraum zurück angetreten; die selective Absorption hält aber zurück. Ohne dies Verhalten würde selbst während der Bestrahlung durch die Sonne die Ausstrahlung so bedeutend sein, dass keine wesentliche Erwärmung der Objecte eintreten könnte und bei mangelnder Besonnung müsste die Temperatur des Weltenraumes — eine alles Leben erstarrende Kälte — herrschen. Einen wesentlichen Antheil an den selectiven Eigenschaften der Atmosphäre nimmt der Wasserdampf.

Die Höhenlage eines Ortes bedingt, weil von ihr die Dicke der über einem Orte lagernden Luftschicht abhängt, wesentlich die Intensität der Strahlung. Die Tageslänge, d. h. die Bescheinungszeit bestimmt außerdem die einem Orte zufließende Wärmemenge (Wechsel mit den Jahreszeiten); dunstiges Wetter, Bewölkung vermindern in ungeheurem Grade die Wärmezufuhr, hindern aber allerdings in demselben Maße die Ausstrahlung.

An der Erdoberfläche angelangt, ist schließlich der Effect, welchen die Sonnenstrahlen durch Erwärmung der betroffenen Gegenstände erzeugen, ein äußerst verschiedener und abhängig von mannigfachen physikalischen Bedingungen. Verschiedenheit der Reflexion der Strahlen und der Absorption durch Farbe, Oberflächenbeschaffenheit (Rauheit oder Glätte) und Neigung der Flächen, verschiedene Wärmeleitung und specifische Wärme können zur selben Tageszeit und an einem Orte die verschiedenartigsten Temperaturen nebeneinander lagernder Objecte hervorrufen. Besonders groß sind die Unterschiede bei Boden und Wasser in der specifischen Wärme; jene des Wassers ist doppelt so groß als jene eines gleichen Volumens Boden.

Die Bestimmung der Wärmestrahlung der Sonne führt man mittelst eines Pouillet'schen Pyrheliometers oder mit einem Bolometer nach Langley aus. Derartige Messungen sind aber schwierig, und erforderen die Anwendung einer Reihe von Kautelen.

Am gebräuchlichsten ist die Aufstellung eines in ein Vacuum eingeschlossenen geschwärzten Thermometers, in dessen Nähe mit einem gewöhnlichen Thermometer die „Schattentemperatur“ bestimmt wird. Die Differenz der beiden Thermometer (aktinometrische Grade) gilt als Maß der Strahlung, aber mit Unrecht. Die Vacuumthermometer sollten empirisch mit dem Instrumente einer Station verglichen sein. Die Art der Aufstellung beeinflusst die Ergebnisse erheblich. Die Deutung der Befunde unterliegt mancherlei Ungenauigkeiten.

Die Messungen der Sonnenstrahlung sind bis jetzt wenig ausgedehnt und wenig verwertbar.

Die Temperatur der Atmosphäre.

Als ein Folgezustand der Erwärmung der Erdoberfläche ist die Lufttemperatur aufzufassen.

Während, wie schon oben gesagt, die Temperatur verschiedener Theile des Bodens recht verschieden sein kann, zeigt die mittlere Lufttemperatur eine große Regelmäßigkeit.

Die Wärmestrahlung und Luftwärme zeigen keineswegs an allen Orten gleich große Unterschiede; Hoocker hat an hochgelegenen Punkten zwischen bestrahltem und beschattetem Thermometer Differenzen von 60° C. auftreten sehen. Boden- und Lufttemperatur können zur Bescheinungszeit sehr verschieden sich verhalten. Martin fand

	Luft	Boden
auf dem Faulhorn 2680 *m* Seehöhe	8·2° C.	16·2° C.
in Brüssel	21·4° C.	20·1° C.

Daraus folgt, dass der thermometrische Grad der Erwärmung der Luft keineswegs allein der Ausdruck für den Wärmezustand eines Ortes ist; es muss die strahlende Wärme und Ausstrahlung als wesentlicher Factor mit in Betracht gezogen werden. Denn es wirkt auf uns keineswegs allein die Luft und ihre Temperatur, sondern wir erhalten von allen Gegenständen, welche uns umgeben, entweder Wärme zugesandt oder strahlen gegen dieselben aus.

Bestimmung der Lufttemperatur.

Unter der Temperatur der Luft versteht man die Angabe eines Thermometers, welches in der Luft frei, aber geschützt gegen die Sonnenstrahlen und Wärmereflexe aufgehängt ist. Notiert man den ganzen Tag hindurch Stunde für Stunde den Stand des Thermometers und nimmt das arithmetische Mittel der so erhaltenen 24 Daten, so nennt man

dies das wahre **Temperaturmittel** des betreffenden Tages. Aus der Summe der Mittel der einzelnen Tage, dividiert durch ihre Zahl, entsteht das Monatsmittel und in analoger Weise aus den Monatsmitteln das Jahresmittel.

So erhält man gleichwertige Wärmemaße verschiedener Orte und durch sie das Material zum Studium der Wärmevertheilung und damit einen wesentlichen Factor zur Beurtheilung der Klimatologie eines Ortes.

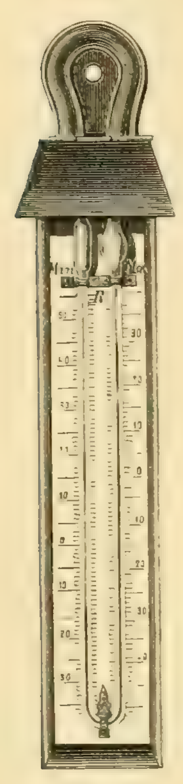


Fig. 17.

Die an vielen Orten in bezeichneter Weise vorgenommenen Bestimmungen haben ergeben, dass auch eine passende Combination von drei- bis viermaligen Aufzeichnungen im Laufe eines Tages ein Mittel gibt, welches dem Mittel aus 24 Stunden hinreichend gleichkommt. Solche günstige Beobachtungsstunden sind 6 Uhr morgens, 2 Uhr nachmittags und 10 Uhr abends. Auch das Mittel aus dem höchsten und tiefsten Stande des Thermometers im Laufe eines Tages lässt sich auf ein wahres Mittel zurückführen.

Zum Zwecke der Bestimmung der Extreme dienen die selbstthätig wirkenden **Maximum- und Minimumthermometer**, welche den höchsten und tiefsten Stand der Temperatur, der innerhalb einer gewissen Beobachtungsperiode stattgefunden hatte, selbstthätig anzeigen.

Ein solches Instrument von List (Fig. 17) besteht aus einem Weingeistthermometer, dessen Gefäß oben liegt, dessen Rohr U-förmig gebogen ist, um in eine kleine Erweiterung zu enden. Längs beiden Schenkeln sind Scalen verzeichnet, eine Scala des Minimums und eine Scala des Maximums.

Der gebogene Theil des Thermometerrohres ist mit Quecksilber gefüllt, welches in beiden Schenkeln so weit reicht, dass bei der angegebenen Temperatur von 0° das Ende der Quecksilberfäden auf den beiden Scalen 0° erreicht.

Das Quecksilber dient in diesen Instrumenten nicht als thermometrische Substanz, sondern nur zur Bewegung von zwei feinen Stäbchen, welche vom Quecksilberfaden jedesmal, wenn er sich nach aufwärts bewegt, vorwärts getrieben werden, beim Zurückgehen desselben aber an der erreichten Stelle durch angebrachte feine Haarfedern festgehalten werden. Da sich nun der Quecksilberfaden im rechtsliegenden Schenkel erhebt, wenn die Temperatur steigt, so wird jener Theil der Scala, vor welchem man das untere Ende des Indexstäbchens erblickt, die Temperatur anzeigen, bis zu welcher in einem gegebenen Zeitraume das Thermometer gestiegen war (Maximum). Das Quecksilber im linksliegenden Schenkel steigt aber, wenn sich die Luft abkühlt und der Quecksilberfaden durch den Druck der Weingeistdämpfe im Gefäße am rechtsliegenden Ende des Rohres immer mit dem Ende des Weingeistfadens in Berührung erhalten wird.

Um das Instrument wieder so zu adjustieren, dass es für eine folgende Beobachtung tauglich sei, wird mit Hilfe eines kleinen Hufeisenmagnetes jedes Indexstäbchen wieder behutsam mit dem Ende des zugehörigen Quecksilberfadens in Berührung gebracht.

Das Mittel aus Maximum und Minimum entspricht nicht dem Tagesmittel, sondern ist um etwa 0·5° C. zu hoch.

Bewegung der Luft.

Die **ungleiche Erwärmung** der Erdoberfläche und damit der darüber lagernden Luft erzeugt nicht nur Temperaturänderungen, sondern auch Änderungen der Dichtigkeit der Luft. Die warme Luft ist leichter, die kalte schwerer, dadurch werden sodann **Luftbewegungen**, Winde, Stürme und Orkane, veranlasst.

Die Luft im Freien ist **immer** in Bewegung, aber erst, wenn sie mit größerer Geschwindigkeit als 0·5 *m* in der Secunde strömt, fühlen wir bei trockener Haut die Luftbewegung, bei feuchter Haut, weil die Abkühlung durch Wasserverdampfung bedeutend ist, schon bei geringerer Geschwindigkeit. Ein schwacher Wind bewegt die Luft mit einer Ge-

schwindigkeit von 8 bis 10 *m*, ein heftiger mit 10 bis 20 *m* und ein Orkan mit 40 bis 50 *m* pro Secunde. Im Durchschnitt kann man als mittlere Geschwindigkeit der Luft im Freien 3—4 *m* in der Secunde rechnen.

Sobald an einer Stelle die Temperatur der Luft über die der Umgebung erhöht wird, dehnt sich die erwärmte Luftmasse aus, wie oben angegeben, die warme Luft steigt in die Höhe, und kühle Luft wird von allen Seiten dann herangedrückt oder wie man ab und zu in unrichtiger Weise sagt „angesogen." An den Orten mit erwärmten Luftschichten herrscht verminderter Luftdruck und niedriger Barometerstand.

Durch solche Wärmedifferenzen entsteht der den Tag über wehende Seewind an den Meeresküsten und Inseln, und zwar durch die Verschiedenheit der Erhitzung zwischen Wasser und Festland als Folge ihrer verschiedenen specifischen Wärme. Der Boden hat eine geringe specifische Wärme, erhitzt sich rasch und hoch. Das Wasser dagegen vermag mindestens doppelt so viel Wärme aufzunehmen als der Boden, ehe es um 1° C. sich erwärmt. Nachts aber, wenn das Land stärker erkaltet als das Meer, strömt umgekehrt die abgekühlte Luft seewärts. Allüberall treten zwischen beschatteten und nicht beschatteten Stellen solche Luftströmungen ein.

Um den Äquator mit einer geringen Verschiebung nach der nördlichen Hemisphäre findet sich eine Zone der größten mittleren Erwärmung mit niedrigem Luftdruck, der sogenannte Calmengürtel. Es findet hier ein fortwährendes Emporsteigen der erwärmten Luftmassen statt und die kühlere Luft der höheren Breitegrade bekommt hiedurch einen Impuls, in diesen verdünnten Raum hineinzuströmen, wodurch die sogenannten Passatwinde entstehen. Auf der nördlichen Hemisphäre ist die Richtung des gegen den Äquator gerichteten Luftstromes eine südliche (ein Nordwind, wie wir sagen), auf der südlichen eine nördliche. Die Passate sind aber nicht immer Nord- und Südwinde, sondern der Passat der Nordhalbkugel ist ein Nordostwind, jener der Südhemisphäre ein Südostwind und dies hat seinen Grund in der Achsendrehung der Erde, da durch die Rotation die Richtung der Luftströmung abgelenkt wird.

Die in dem Calmengürtel emporsteigende Luft strömt in der Höhe über den Passaten den Polen zu. Diese Strömungen, Antipassate genannt, werden ebenfalls durch die Drehung der Erde um ihre Achse abgelenkt, aber nach entgegengesetzter Richtung wie die Passate, weil sie nach Gegenden mit kleiner Drehungsgeschwindigkeit hinströmen. Der Antipassat ist demnach auf der nördlichen Halbkugel ein Südwestwind, auf der südlichen ein Nordwestwind. Je näher diese Antipassate den Polen kommen, desto mehr senken sie sich. Jenseits der Wendekreise treffen wir darum in beiden Hemisphären vorherrschend westliche (südwestliche und nordwestliche) Winde an, welche, wie der Zug der Federwolken aus Südwest zeigt, bis zu den größten Höhen der Atmosphäre reichen. Neben den südwestlichen Winden herrschen hier aber auch die von hohen Breiten kommenden nordöstlichen Winde, welche als Zufluss polarer Luft in das Passatgebiet anzusehen sind. Während wir also in der Tropenzone die beiden entgegengesetzten Luftströme über einander antreffen, fliessen sie in den ektropischen Breiten neben einander und sind deshalb in stetem Kampf begriffen. Hier gewinnt bald der Südwest, bald der Nordost die Oberhand, und zu beiden gesellen sich noch Zwischenwinde aus allen Richtungen der Windrose.

Doch sind in den hohen Breitegraden der nördlichen Halbkugel der Südwest und Nordost die vorherrschenden Winde.

Die Süd-, Südwest- und Westwinde auf der nördlichen Halbkugel sind warm und feucht und erniedrigen den Luftdruck; die Nord-, Nordost- und Ostwinde sind kalt, trocken und erhöhen den Luftdruck.

Das Klima der gemäßigten und kalten Zone wird also beherrscht von dem Wechsel der entgegengesetzten Windrichtungen, und für diesen Wechsel hat man bis jetzt wenigstens keinerlei Regel aufstellen können. Die Witterung der Tropen trägt den Charakter der Beständigkeit, die Witterung der außertropischen Zone den der völligen Regellosigkeit und Veränderlichkeit.

Der regellose Wechsel der verschiedenen Winde erklärt die sogenannten unperiodischen und die unregelmäßigen Änderungen der Wärme. Wehen Nord- und Nordostwinde anhaltend im Winter, so werden wir in ein viel nördlicheres Klimagebiet versetzt, dringen dann aber westliche Winde durch, so erhöht sich die Temperatur wieder ebenso rasch über die mittlere, als sie früher erniedrigt worden ist. Da gegen den Sommer hin die Wärme-Unterschiede der Winde geringer werden, so werden auch die Störungen der normalen Temperatur im Sommer kleiner.

Die Luftströmungen sind von äußerst wichtiger Bedeutung für die Gesundheit. Sie unterhalten die gleichmäßige Mischung der Atmosphäre, sorgen also in gewissem Sinne für reine Luft, sie erleichtern die Wasserabgabe von der Haut, ermöglichen das Ertragen hoher Temperaturen. Sie können aber anderseits durch zu intensive Austrocknung der Haut lästig fallen, bei niederer Lufttemperatur die Gefahr des Erfrierens mehren und vielleicht da und dort zu der Verschleppung von Krankheitskeimen mit dem Staube Veranlassung geben.

Ermittlung der Geschwindigkeit der Luftströmungen.

Um die Geschwindigkeit und Stärke eines Luftstromes oder Windes zu messen, hat man Druck- und Geschwindigkeits-Anemometer.

Folgende Beziehungen bestehen zwischen Winddruck und Windgeschwindigkeit.

	Geschwindigkeit der Luft in Meter pro Secunde	Winddruck in Kilogramm pro Quadratmeter Oberfläche in Millimeter Wasserdruck)
Windstille	1·5	0.3
Mäßiger Wind	8·0	7·8
Ziemlich starker Wind	15·0	27·4
Erster starker Wind	25·0	76·0
Orkan	40·0	195·0

Wenn P der Druck und v die Geschwindigkeit, so ergibt sich als Beziehung zwischen Druck und Geschwindigkeit:

$$P = 0{\cdot}122\ v^2$$

Die **Druck-Anemometer** bestehen entweder aus Platten, welche um eine horizontale Achse beweglich sind und, Fallthüren vergleichbar, von dem Winde je nach seiner Stärke mehr oder weniger hoch gehoben werden, oder aber aus communicierenden Röhren, in denen der Wind die Flüssigkeitssäule in einem Schenkel zum Steigen bringt.

Zur Bestimmung der Luftgeschwindigkeit in Röhren, Canälen u. s. w. wird das Anemometer von Combes Fig. 18 vielfach angewendet. Vier bis zwölf kleine Windflügel sind an einer horizontalen Achse *a* befestigt, durch den Luftzug werden die Windflügel in Bewegung und dadurch die Achse, an welcher eine Schraube ohne Ende sich befindet, in Drehung gebracht, die Zahl der Drehungen wird durch ein System von Rädern *b* und *c* markiert.

Um die mittlere Luftgeschwindigkeit eines Ortes zu finden, bedient man sich des Robinson'schen Schaalenkreuzanemometers. Am oberen Ende einer verticalen Achse sind zwei horizontale Arme, welche ein Kreuz bilden, angebraht. Jedes

der vier Enden trägt eine Halbkugel. Bläst der Wind über das Instrument weg, so findet er immer die eine oder andere der Halbkugeln mit der Hohlseite sich zugewandt und wird auf die Hohlseite kräftiger wirken, als auf die übrigen Außenseiten der Halbkugeln. Die Drehungen des Rades werden durch ein Zählwerk aufgeschrieben.

Die Körperwärme des Menschen.

Die Wärmezustände der Erdoberfläche, denen der Mensch zu widerstehen vermag, sind äußerst verschieden. Ritschie und Lyon haben in Murzuck in Afrika wochenlang bei einer Temperatur der Luft im Schatten von 50 bis 56° C. (der Boden war bis auf 85° erwärmt) zugebracht, während in Ostsibirien in Werchojansk eine ständige Bevölkerung bei Wintertemperaturen von —63° C. lebt; die Bluttemperatur des Polarländers und Tropenbewohners ist trotzdem die gleiche.

Quellen der Wärme sind unter allen Umständen die Nahrungsmittel, und an den heißesten Tagen bedürfen wir derselben ebenso, wie an den kalten Tagen. Ohne die Nahrungszufuhr folgt der Tod, und Wärme allein kann unseren Bedarf nach Nahrung wohl einschränken, nicht aber aufheben. Die hauptsächlichsten Repräsentanten der der Verbrennung unterliegenden Nahrungsstoffe liefern folgende Wärmemengen:

1 *g* Eiweiß 4·0 bis 4·4 Calorien, 1 *g* Fett 9·4 Calorien, 1 *g* Kohlehydrate 4·1 Calorien. (Rubner.)

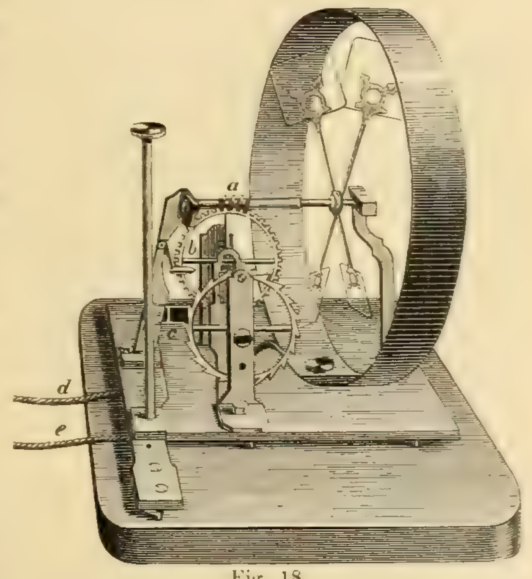


Fig. 18.

Die dauernde Erhaltung der Eigenwärme des Menschen unter den so sehr wechselnden Aussenbedingungen setzt besondere Einrichtungendes Organismus, die Wärmeregulation voraus. Letztere ist aber nicht eine einheitliche, sondern verläuft in doppelter, durch bestimmte Körperverhältnisse bedingter Weise.

Die chemische Wärmeregulation (Voit, Pflüger, Colasanti u. s. w.) besteht in der Erregung der die Wärme empfindenden Endorgane in der Haut. Diese Erregung wird dem Centralorgane übertragen und von dort werden die Muskeln entweder zu energischer oder schwächerer Zersetzung von Nahrungsstoffen veranlasst (Pflüger), und zwar erzeugt das Sinken der Temperatur vermehrte, das Steigen der Lufttemperatur eine verminderte Verbrennung in den Muskeln.

Die Haut ist bei dieser Art der Wärmeregulierung in gewissem Sinne passiv: sie lässt eine den verschiedenen Abkühlungsverhältnissen entsprechende Wärmemenge hindurch; in gleichem Maße ist die Wärmeproduction in den Zellen angefacht oder vermindert. Wenige Zehntelgrade

Temperaturunterschied vermögen schon die Regulation in Thätigkeit zu setzen, und zwar reicht die letztere von den niedersten Temperaturgraden an bei ruhenden, normal mit Nahrung versorgten Warmblütern bis zu sehr hoher Lufttemperatur. Beim Meerschweinchen zwischen 0 und 36°, bei stark behaarten Thieren nur bis 25°, beim nackten Menschen bis zu 30 und 35° (Rubner.)

Sinkt die Lufttemperatur sehr bedeutend, so geht die geordnete Regulation in heftiges Zittern und zu unwillkürlicher Einleitung von Muskelbewegungen über. Dadurch erhalten wir die Eigentemperatur für einige Zeit. Versagt auch diese gewaltsame Regulation, so erfolgt der Tod durch Erfrieren.

Außer der chemischen Wärmeregulation kommt noch eine zweite Art vor, bei welcher vor Allem die Haut, ihre Gefäße und ihr Drüsenapparat eine sehr active Rolle spielen. Bei wechselnden Außenbedingungen (Temperaturen) wird stets die gleiche Menge Wärme hindurchgetrieben — die physikalische Wärmeregulation. Solche Mittel, bei gleichbleibender Wärmeproduction beim Steigen der Lufttemperatur die Wärmeabgabe des Körpers günstiger zu machen, beim Sinken der Temperatur die Wärmeverluste einzuschränken, gibt es mehrere.

Eine über das Bedürfnis der Sauerstoffzufuhr hinaus erhöhte Athemfrequenz kann den Athemwegen und dadurch dem Körper durch Wasserverdunstung und Erwärmung der geathmeten Luft Wärme entziehen. Die Vermehrung oder Verminderung der Oberfläche durch Ausstrecken oder Anziehen der Glieder, die Blutcirculation der Haut, vor Allem aber die wechselnde Wasserverdampfung müssen als wärmeregulierend in Betracht kommen. (S. S 23) Einzutreten pflegt die physikalische Regulation bei ruhenden und hungernden Organismen, bei hohen Lufttemperaturen und in Abhängigkeit von der Behaarung, ferner bei sehr reichlich gefütterten Thieren (und wohl ebenso bei dem Menschen) schon bei mittleren Temperaturgraden, und bei normaler Nahrungszufuhr, bei um so niedrigeren Temperaturen, je niedriger die Lufttemperatur ist, bei welcher sich ein Thier vorher aufgehalten und mit Nahrung versehen hat. Endlich ist die Art der Nahrungsstoffe nicht ohne Bedeutung. Wie die Nahrungsaufnahme, wirkt die Muskelthätigkeit (Rubner).

Im Bereiche der physikalischen Wärmeregulation steigt nahezu in eben demselben Maße wie die Wärmebehinderung durch Leitung und Strahlung zunimmt der Wärmeverlust durch Wasserverdampfung.

Wie unter dem Einfluss der Nahrungszufuhr die Regulation geändert wird, kann man sich in folgender Art erklären: Bei hungernden Organismen stammt ein Theil der erzeugten Wärme aus den Muskeln, welche durch die wärmeregulatorische Einrichtung zur Verbrennung angereizt werden, ein anderer Theil aus jenen Zellengebieten, welche von der chemischen Wärmeregulation nicht direct in Anspruch genommen werden und die wir, der Abkürzung wegen, als Drüsenzellen bezeichnen wollen. Bei 0° entstammt etwa die Hälfte aller Wärme der Wärmeregulation, bei 30 bis 35° aber nahezu alle Wärme dem Drüsenapparat. Im ersten Falle haben die Muskeln viel zu leisten, im zweiten Falle fast nichts.

Die Nahrungszufuhr reizt den Drüsenapparat zur Thätigkeit, am meisten die Zufuhr von Eiweiß, weniger das Fett und die Kohlehydrate; die Folge davon ist, dass dabei dann die Muskeln auf wärmeregulatorischem Wege weniger in Anspruch genommen zu werden brauchen, weil nun mehr Wärme aus anderen Quellen fließt. Bei recht reichlicher Aufnahme kommt es dahin, dass so reichlich Wärme vorhanden ist, um die regulatorische Thätigkeit der Muskeln ganz zu entbehren. Wenn im letztgenannten Falle dann die Lufttemperatur steigt, so besitzen wir kein Mittel, auf regulatorischem Wege die Wärmebildung zu vermindern: es müssen daher, soll die Eigenwärme nicht zunehmen, neue Wege für den Wärmeverlust geschaffen werden, und dieser neue Weg besteht vorzüglich in der Wasserverdunstung, d. h. Schweißbildung (Rubner).

Derjenige, welcher Nahrung aufgenommen hat, wird sich bei mittlerer Temperatur in der Gesammtmenge der abgegebenen Wärme nicht unterscheiden von einem Hungernden (Nüchternen). Aber das körperliche Befinden Beider ist wesentlich anders. Bei kühler Temperatur hat der Erstere nur einen mäßig durch die Wärmeregulation in Anspruch genommenen Muskelapparat, der letztere aber einen stark zur Thätigkeit gereizten. Ersterer kann seine Muskeln also immer noch zu erhöhter Thätigkeit bringen, wenn der Hungernde schon an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit ist. Die Nahrungsaufnahme erhöht die Resistenz gegen Kälte.

Die durch die Nahrungszufuhr erregte, vermehrte Wärmebildung in den Drüsen, welche bei gewöhnlichen Lufttemperaturen nicht bemerkbar wird, weil entsprechend die Muskeln ihre Thätigkeit verringern, tritt bei hohen Lufttemperaturen, bei welchen auf regulatorischem Wege die Muskeln ausgeschaltet werden, aber deutlich hervor und kann hier dem Organismus gewisse Gefahren bringen. Da die Wärmeerzeugung sich dann nicht weiter einschränken lässt, so tritt eher als bei einem (nüchternen) Hungernden oder schwach mit Nahrung Versehenen die Gefahr einer Überwärmung des Organismus ein.

Bei dem Menschen sind die Einwirkungen der umgebenden Lufttemperatur wesentlich modificiert durch die Kleidung (s. nächstes Capitel). Die Kleidung macht ihn widerstandskräftiger gegen niedere Temperaturen, dagegen vermag er hohen Temperaturen weniger gut zu widerstehen. Ein Nackter kann (bei mäßiger Nahrungsaufnahme) bis über 30° bei allmäliger Steigerung der Temperatur der Sauerstoffaufnahme (also die Wärmeproduction) einschränken (Rubner). Der Bekleidete aber, wie man schon aus Versuchen von Voit entnehmen kann, zeigt bei Temperaturerhöhungen über 16° C. keine Abnahme der Kohlensäureausscheidung und sicher von 24° ab einen bedeutend vermehrten Gewichtsverlust, der auf vermehrte Wasserdampfabgabe zu beziehen ist.

Nach den übereinstimmenden Beobachtungen an Thieren über den Einfluss der umgebenden Lufttemperatur auf die Wärmeproduction, und Beobachtungen am Menschen (Voit) über die CO_2-Ausscheidung, sowie directen calorimetrischen Messungen am Arme des Menschen (Rubner), darf man annehmen, dass für 1° Temperaturerhöhung die Wärmeproduction um 2 bis 3 Procent sinkt, solange die chemische Wärmeregulation in Thätigkeit ist.

Die Wege der Wärmeabgabe.

Die von dem Erwachsenen im Durchschnitt verbrauchte Wärmemenge ist verschieden, nach der Körpergröße, nach der Arbeitsleistung (Arbeit, Ruhe, Schlaf), nach der Nahrungsaufnahme, je nach der Bekleidung und je nach der Temperatur des umgebenden Mediums (Luft, Wasser). Nach Rubner verbraucht an Spannkraft bei mittlerer Lufttemperatur:

Ein Säugling	368	Cal.	in	24 Stunden;	für	1 *kg*	Körpergewicht	91·3 Cal.
ein 2½ Jahre altes Kind	966	"	"	"	"	"	"	81·5 "
Erwachsener ruhend	2303	"	"	"	"	"	"	—
" b. mittl. Arb.	2843	"	"	"	"	"	"	42·2 "
" schwerer Arb	3361	"	"	"	"	"	"	—
" im Alter	2152	"	"	"	"	"	"	—

Der Mensch verliert, wenn er von Luft geeigneter Temperatur umgeben ist, Wärme durch Ausstrahlung; je höher die Temperatur der umgebenden Luft wird, um so geringer wird die Ausstrahlung, bis sie schließlich völlig aufgehoben wird. Desgleichen fällt die Ausstrahlung als Quelle des Wärmeverlustes weg bei directem Contact mit den Kleidern oder in einem Bade.

Eine zweite Quelle des Wärmeverlustes beruht auf dem Contacte der Haut mit den Lufttheilchen — Wärmeleitung — und, da die erwärmten Theilchen das Bestreben haben aufzusteigen, oder als bewegte Luft und Winde an dem Körper vorüberzuziehen, also Wärme wegtragen — in Wärmetransport. Je größer die Luftgeschwindigkeit der Atmosphäre, desto lebhafter die Abkühlung durch Leitung und Wärmetransport.

Die wichtigste Quelle des Wärmeverlustes ist die Wasserdampfabgabe; 1 *kg.* Wasser von 100° bindet beim Verdampfen rund 537 Cal. an Wärme. Die Wasserdampfabgabe ist, wie schon früher mitgetheilt wurde, sehr wechselnd und ein wichtiges Mittel der physikalischen Wärmeregulation. Ein Theil des Wasserdampfes geht mit der Athmung weg, der größte Theil durch die Haut. Wenn Strahlung und Leitung aufgehoben sind, vermag eine entsprechende Wasserdampfabgabe alle abzugebende Wärme zu binden. Die Verdampfung von 4 Liter Wasser wäre für den Ruhenden völlig ausreichend.

Unwesentlich ist meist die Wärmeabgabe durch Erwärmung eingeführter kühler Speisen und Getränke. Die einzelnen Wege der Wärmeabgabe können sich ersetzen. In einem Bade wird — von der Athmung abgesehen — im Wesentlichen Wärme durch Leitung verloren, nicht aber durch Strahlung und Wasserverdampfung; bei hoher Lufttemperatur, welche mit der Bluttemperatur zusammenfällt, wird durch Strahlung und Leitung nichts abgeben und alle Wärme durch Wasserverdunstung. In einer rasch angeheizten Stube, wenn die Luft warm und die Wände noch kalt, wird wenig durch Leitung und Wasserverdunstung und viel Wärme durch Strahlung verloren.

Man kann für den Menschen im Mittel folgende Vertheilung der Wärmeausgabe annehmen:

durch die Haut (Leitung, Strahlung, Wasserverdunstung)	86·9	Procent
durch die Lunge (Leitung, Wasserverdampfung)	11·1	„
durch Koth und Harn	2·0	„

(Vierordt.)

Die einzelnen Factoren unterliegen, wie eben hervorgehoben, mancherlei Wechsel; im Mittel verlieren wir durch Wasserverdampfung 25 Procent der gesammten Wärme.

Zweites Capitel.

Die Kleidung.

Temperaturverhältnisse der Kleidung.

Im unbekleideten Zustande findet man Temperaturen von 35—37° noch erträglich, 25—30° erscheint eine angemessene Wärme; bei 15° fühlt man Kälte und 10—12° werden in der Regel nur einige Minuten ohne intensives Frostgefühl ertragen. Von Reisenden wird berichtet, dass manche Negerstämme unbekleidet selbst sehr niedrigen Temperaturen lange Zeit Widerstand leisten.

Der Mensch hat sich instinctiv gegen die unangenehme Einwirkung der Kälte durch die Kleidung zu schützen gesucht. Die Kleider be-

decken in den verschiedenen Klimaten einen sehr verschieden grossen Theil der Körperoberfläche; bei uns bei mittleren Temperaturen rund 80 % derselben abgesehen von der Kopfbedeckung. Es bleibt somit bei dem Erwachsenen ein recht bedeutender Theil der Oberfläche frei; bei Kindern lässt aber eine thörichte Mode bisweilen weit mehr, nämlich bis zu 40 % unbedeckt.

Das Verständnis der Bedeutung der Kleidung wird in hohem Maß gefördert, wenn man die Temperaturen unsrer bedeckten wie unbedeckten Körperoberfläche kennt.

Das beste Mittel hiezu gibt uns die Anwendung von Thermoelementen in die Hand. Sie gestatten mit grosser Leichtigkeit und Schnelligkeit die Messung der Temperaturen.

Die unbekleideten Stellen, Gesicht, Hals, Hand besitzen im allgemeinen eine hohe Temperatur; bei 12° Lufttemperatur war derjenige der Nasenwurzel 27·4°, der Nasenflügel 28·0; der Nasenspitze 25·1, der Augen 29·7, der Wangen 27·2, des Kinnes 27·7° des Halses 29·6, der Hohlhand 28—28·8°. (Kunkel, Rubner.) Je kleinere Bezirke man mit dem Thermoelement abtastet, desto mehr erkennt man den Wechsel der Temperatur. Je kälter es wird, desto rapider sinkt die Temperatur prominenter Stellen, die ja auch, wie die tägliche Erfahrung lehrt, der Erfrierungsgefahr am meisten ausgesetzt erscheinen.

Die normal bekleideten Stellen haben (mittlere Lufttemperatur vorausgesetzt) durchweg niedrige Temperaturen, aber auch an der Kleideroberfläche zeigen sich wieder die oben genannten Differenzen von Ort zu Ort; bei Männern, welche Winterkleidung trugen, waren bei einer Stubentemperatur von 15·4° folgende Temperaturen zu messen: Thorax 21°, Bauchgegend von 20·4, Schulterblatt 21·8, Oberschenkel 21·4, Oberarm 21·1, Unterarm 21·0, Fuß 22·1°.

Als viele solcher Messungen summirt wurden, zeigte sich beim Manne in Winterkleidung bei 15° für die nackten Theile das Mittel 29·2°, für die bekleidete Oberfläche das Mittel 21·0°.

Eine Differenz zwischen bekleideten und unbekleideten Stellen findet sich (unter mittleren Verhältnissen) immer, aber sie ist keine constante Größe, sondern hängt von der Menge der Kleidung ab, welche man trägt. Je dichter man sich bekleidet, um so größer wird die Differenz.

Bei einem Manne z. B. war die Temperatur bei 12° Lufttemperatur 27·3—27·9°, als er völlig unbekleidet war. Als er sich mit einem Baumwollhemd (Trikot) bekleidete, sank auf dessen Oberfläche die Temperatur auf 23·8 als er die Weste anzog, auf dieser bis 21·9°, und als der Rock angelegt wurde auf diesem bis 18·3°, die unbekleideten Hautstellen blieben auf ihrer Temperatur.

Ein 2. Beispiel ist folgendes: bei 14·8° zeigte die Haut eines Unbekleideten 31·8°, bei Bekleidung mit einem Wollhemd die Außenseite 28·5

„ „ und Leinenhemd 24·8

„ „ Leinenh. und Weste 22·9

„ „ Leinenh., Weste und Rock 19·4

Im ersten Falle hatten die nackten Theile eine Wärmeentziehung von 27·6 — 12 = 15·6, der Temperatur unterschied der Oberfläche und Luft betrug für die bekleideten Theile:

Bei normaler Bekleidung	6·3°
„ mit Hemd und Weste	9·9°
„ Hemd allein	11·8°

Wechseln wir Kleidungsstücke verschiedener Dicke, so prägt sich dies auch immer deutlich in der Änderung der Oberflächen-Temperatur aus. Bei einem Manne wurde (bei 12° Lufttemp.) gemessen

Bekleidung mit dünner Turnerjacke	20·6°	Oberflächentemp.
„ „ leichtem gefütterte Sommerrocke	19·4	„ „
„ mittlerem Tuchrocke	18·7	„ „
„ starkem „	18·4	„ „

Die Kleidertemperatur erweist sich also stets niedriger als die Temperatur eines Nackten. Indem wir verschiedene Kleidungsstücke anlegen, solche verschiedener Dicke benützen, sie öffnen, oder geschlossen halten, variiren wir in nahezu beliebiger Weise die Temperatur unserere Körperoberfläche. Ähnlich den bekleideten Stellen des Körpers verhalten sich die behaarten; sie sind auch niedrig temperirt. Doch begegnet die Temperaturmessung dabei mannigfachen Schwierigkeiten. Bei 12° Lufttemp.

hatte die unbehaarte Stirne	28·4°
der behaarte Kopf	21·4°
der Bart	20·6°

Aus der ungleichen Temperirung bekleideter wie unbekleideter Partien unserer Körperoberfläche kann man zwar noch nicht sofort schließen, dass die Wärmeabgabe eine sehr ungleiche sein muss. Wenn man zwei Flächen gleicher Form und Temperatur hat, so verlieren diese gleichviel Wärme durch die Erwärmung der mit den Flächen in Berührung stehenden Luft, sie können aber eine Verschiedenheit der durch Strahlung verlorenen Wärme haben. Wir kommen auf das Verhältnis der Wärmestrahlung bekleideter und unbekleideter Flächen im nächsten Absatz zu sprechen.

Die Lufttemperatur, in welcher wir uns befinden, ist tagtäglich ihren Schwankungen unterworfen; in welcher Weise macht unsere Körperoberfläche diese Schwankungen mit? An gesunden Männern, welche winterliche Bekleidung (ohne Mantel) trugen, fanden sich folgende Temperaturen

Lufttemperatur	Unbekleidete Stellen	Bekleidete Stellen
10°	29·0	19·3
15°	29·2	21·0
17·5°	30·0	22·9
25·6°	31 2	26·6.

Wenn es demnach wärmer wird, so werden die unbekleideten wie bekleideten Theile unsers Körpers auch wärmer, aber in weit geringerem Maße als die Lufttemperatur steigt.

Der Wärmeverlust, den nackte und bekleidete Theile erleiden, ist von der Temperatur-Differenz dieser Theile und der Lufttemperatur abhängig. Diese sind:

Lufttemperatur	Differenz zwischen Luft und den nackten Theilen	Diff. zwischen Kleidungsoberfl. und Luft.
10	19·0	9 3
12	14·2	6 0
17·5	12·5	5·4
25·6	5·6	1·0

Die Differenzen werden also immer kleiner; die hier verwendete Art der Bekleidung lässt bei 25·6° kaum mehr Wärme durch, während die nackten Theile von 5·6 höher temperirt sind als die Luft.

Bei kräftiger Arbeit steigt die Temperatur der Kleidung wie der nackten Stellen an, aber nur langsam.

Die Kleidung erreicht, dass ein großer Theil unserer Körperoberfläche von niedrigerer Temperatur ist, als er sein müsste, wenn wir unbekleidet giengen.

Die Temperatur der Haut ist von Behaglichkeits- oder Unbehaglichkeits- Gefühl begleitet. Die Kleidung verschafft uns in den meisten Fällen eine behagliche Hauttemperatur an den unter der Kleidung gelegenen Partien. Diese letzteren besitzen normaler Weise eine höhere Temperatur als die nackten Stellen; doch ist die Größe dieses Unterschiedes von der Höhe der Lufttemperatur abhängig. Er war beim Manne:

bei 16°	Zimmertemperatur	3·2°
15°	"	2·4°
17·5°	"	1·4°
25·6°	"	1·0°

Die Hauttemperatur unter der Kleidung ist cet. par. von der Lufttemperatur abhängig. Wird es sehr kalt, so dass wir Gefahr laufen zu erfrieren, so sinkt natürlich vorher die Hauttemperatur und sie steigt, wenn wir von der Gefahr des Hitzschlags bedroht sind. Die Variation der Bekleidung scheint aber bei mittl. Temperaturen keinen Einfluss auf die Hauttemperatur bedeckter Stellen zu üben.

Die Temperatur der Kleidung nimmt von der Außenoberfläche bis zur Körperoberfläche zu, so dass man in jeder Schichte eine andere Temperatur findet (Schichttemperatur); der Abfall der Temperatur ist um so größer, je niedriger die umgebende Lufttemperatur ist.

Bei einem Manne fand sich bei winterlicher Bekleidung.

	bei 10°	bei 26°
auf dem Rocke	21·8	28·0
zwischen Rock und Weste	23·1	28·8
" Weste u. Leinenhemd	24·4	29·3
" Leinenh. u. Wollhemd	25·2	29·6
" Wollhemd und Haut	32·7	32·1

Die durch die Schwankungen der Lufttemperatur hervorgerufenen Schwankungen der Kleidertemperatur betreffen wesentlich nur die äußeren Schichten.

Behinderung des Wärmeverlustes durch die Kleidung.

Die Temperaturempfindung und damit die Menge der Kleidung, welche man anlegt und in der man sich behaglich fühlt, ist innerhalb gewisser Grenzen der Gewöhnung anheimgegeben; man kann durch Gewöhnung sich nur bei hoher Temperatur und dichter Bekleidung wohl fühlen, oder umgekehrt bei relativ kühler Temperatur und schlechter Bekleidung. Hat man sich aber durch Gewöhnung der einen oder anderen Temperaturgrenze angeschlossen, so ist immer für die andere eine Überempfindlichkeit vorhanden. Der an die Kälte gewöhnte verträgt höhere Lufttemperaturen anfänglich mit Widerwillen und der an die Wärme gewöhnte verhält sich umgekehrt. Jeder hat also in ziemlich demselben Maße mit Unbequemlichkeiten zu kämpfen. Die durch Gewöhnung erlernte Unterdrückung des Kältegefühls pflegt man in der Regel Abhärtung zu nennen.

Die Erzielung der individuellen Behaglichkeit ist nun allerdings der Antrieb, welchem wir in unserer Bekleidung folgen; unbewusst aber erfüllen wir mit der Bekleidung noch mehr oder minder gut eine andere wichtige Aufgabe: wir setzen den Wärmeverlust des Körpers durch die Bekleidung herab und vermindern — solange es sich um die chemische Wärmeregulation handelt — die Intensität der Verbrennung im Organismus; also auch das Nahrungsbedürfnis. Diese Wirkung der Kleidung ist in ihrem Erfolge unberührt durch die Gewöhnung; und man muss wohl trennen zwischen Gewöhnung an die Wärmeempfindung und zwischen der materiellen Wirkung der Kleidung auf die Wärmeregulation. Die Größe der Verbrennung in einem Organismus, wie sie durch die Wärmeregulation, d. h. den Wärmeverlust bestimmt ist, wird von der Gewöhnung nicht beeinflusst.

Man hat irriger Weise die Wärme sparende Wirkung der Kleidung ganz leugnen wollen; es hält aber nicht schwer, das Unberechtigte dieser Anschauung zurückzuweisen. Schon die Beobachtungen der Kleidertemperatur weisen auf diese Function hin. Manche Beobachtungen über die Behaarung der Thiere sind äußerst instructiv. Man hat beobachtet, dass Merinoschafe, welche man an den Congo, nach dem Sudan und Tripolis einführte, in diesen heißen Klimaten ihre Wolle vollkommen verlieren und ein windhundartiges Fell erhalten. Umgekehrt gewinnen Kameele und Dromedare von Afrika nach dem rauhen Tibet verschickt dort zottige Felle. Solche wesentliche Änderungen in der Haarbedeckung, welche in dem Wechsel des Sommer- und Winterpelzes der Thiere in unseren Klimaten ein Analogon finden, entstehen nur, wenn sie bedeutenden Nutzen für die Erhaltung der Art bieten.

Es gelingt auch, direct den Wärmeschutz zu zeigen, welchen die Thiere durch ihren Pelz besitzen. Ein Meerschweinchen wurde gegen Ende des Winters, als es einen sehr dichten Pelz hatte, auf seine Wärmeabgabe untersucht und dann, nachdem es geschoren worden war. Die Wärmeabgabe durch Strahlung und Wärmeleitung hatte durch das Scheren um 36 Procent zugenommen. Die gesammte Wärmebildung stieg bei einem Hunde durch das Scheren von 50·0 auf 60·5 Cal. pro 1 Kilo und 24 Stunden, also um 21%. (Rubner).

Wir haben schon im Vorhergehenden gezeigt, dass mit jedem Kleidungsstück, das wir anlegen, die Temperatur an dessen Oberfläche sich immer mehr von der Temperatur nackte Theile entfernt, und wir haben hervorgehoben, dass diese Temperaturdifferenzen der Ausdruck einer ungleichen Wärmeabgabe sein müssen, wenn nicht das Strahlungsvermögen der Haut und der Kleidungsoberflächen specifisch total verschieden sei.

Für eine solche Annahme spricht keine Thatsache, wir haben aber in der Thermosäule das einfachste Mittel sie zu widerlegen.

Wenn man die Wärmeausstrahlung der nackten Haut und bekleideter Hautstellen misst, so nimmt die Ausstrahlung ab, je mehr Kleidungsstücke wir über einander anziehen. Folgende Zahlen wurden bei einem Manne erhalten:

Setzt man die Ausstrahlung der nackten Haut = 100, so sinkt die Ausstrahlung.

durch Anziehen eines Wollhemdes	auf 73
" " " und eines Leinenhemdes	60
" " " Wollh., Leinenh. und Weste	46
" " " " " " Weste und Rock . .	33

d. i. fast ebenso wie die Temperaturen der Kleidungsoberfläche und nackten Stellen und die Lufttemperatur variieren. Wir haben damit also den Beweis für die den Wärmeverlust hemmende Wirkung der Kleidung erbracht.

Wollte man völlig nackt sich dieselbe Behaglichkeit verschaffen wie durch die Kleidung, so würden wir eine Stube in verschiedenem Grade heizen müssen. Solche Versuche, bei denen die Ausstrahlung der nackten Haut bei verschiedenen Temperaturen gemessen wurde, lehren: Setzt man die Ausstrahlung bei 15° = 100 so sinkt sie

bei einer Temperatur von 23° auf 69
" " " " 29° " 56
" " " " 32° " 31 (Rubner.)

Gerade wie die Kleidung, so wirkt auch die natürliche Haarbedeckung am Kopfe. An den behaarten Stellen ist bei mäßig langen Haaren wie die Temperatur so auch die Ausstrahlung (auf die Hälfte) herabgesetzt gegenüber nackten Stellen.

Die Wirkung der Kleidung wurde endlich noch durch den directen calorimetrischen Versuch am menschlichen Arme erwiesen. (S. S. 77.) In ein Doppel-Calorimeter konnten von einer Versuchsperson die beiden Arme eingeführt werden, der eine Arm blieb nackt, der andere wurde in der zu prüfenden Weise bekleidet.

Nach diesen Versuchen wird durch die Bekleidung (Handschuh, Wollhemd, Leinenhemd, Rock) der Wärmeverlust vermindert:

bei der Lufttemperatur	um X %
6.6	25
10·6	32·7
15·8	30·4
20.8	28·3 *)
29·6	14.1

Von einer gewissen Grenze ab gibt die Kleidung keine weiteren Behinderung des Wärmeverlustes dem nackten Arm gegenüber, weil im bekleideten Zustande schon bei relativ niedrigen Temperaturen die Wärme nicht mehr nach außen hin durchtreten kann. (Rumpel.)

Da man weiß, dass für je 1° Änderung dieser Lufttemperatur die Wärmeabgabe (wie auch Stoffzersetzung) um 2, 7 % sich ändert, so lässt sich auch sagen, welchen Temperaturschutz die Kleidung uns gewährt.

	Es sinkt die Wärmeproduction um:	Temperaturschutz:
beim Anziehen eines Wollhemds und Handschuh	10 %	3·6° C.
dazu ein 2 Wollhemd	17·4	6·3
" ein Leinenhemd	19·0	6·9
" ein Rock	32·5	11·8
" ein Mantel	38·7	14·1

Die Kleidung schützt uns also in mächtiger Weise vor dem Wärmeverlust und spart an Nahrungsstoffen ein.

Menge der Kleidung; specif. Gewicht der Stoffe.

Trotz der gewaltigen Wirkung, welche die Kleidung entfaltet, ist die Dicke der deckenden Schicht nicht bedeutend. Die einzelnen Körpertheile pflegen verschieden dicht umkleidet zu sein.

*) Siehe die Temperaturverhältnisse der Kleidung.

In ihrer natürlichen Lage, an den Körper leicht anliegend, wurde bei einem Manne gefunden: Dicke des Wollhemds 2·5 *mm*, Leinenhemd 1·0 *mm*, Weste 4·5 *mm*, Rock 7·0 *mm*, Winterüberzieher 14 *mm*: im Ganzen für die Winterkleidung 29 *mm* am Rumpfe. An den Beinen betrug die bekleidende Schichte nur 4 *mm*, an den Armen 11 *mm*. Die geringe Bekleidung der Extremitäten ist vielleicht darin begründet, dass hier Muskeln liegen, welche sehr häufig in Thätigkeit treten und reichlich Wärme liefern, und geradezu eine etwas bessere Wärmeabgabe wünschenswert erscheinen lassen.

Als Gesammtdurchschnitt kann man (ohne Winterüberzieher) eine deckende Schicht von 8·6 *mm* annehmen, bei einem Gewichte der Kleidung von 4300 *g*, so dass auf 1 cm^2 der bekleideten Fläche nur 0·24 *g* Kleidungsstoff entfällt, welche den Raum von 0·86 cm^3 erfüllen. Das specifische Gewicht wäre sonach 0·27, das des Wassers = 1 gesetzt.

Mit Berücksichtigung des specifischen Gewichtes der compacten Kleidungsstoffe folgt dann, dass die Kleidung zu etwa 146 Theilen aus fester Substanz, zu 854 Theilen von 1000 Theilen aus Luft bestehen muss; durch das lockere Anliegen der Kleidung werden also bedeutende Mengen von Luft mit eingeschlossen. (Rubner.)

Die Menge der Kleidung wechselt beim Manne zwischen 2·5 und 3 *kg* im Sommer und 6 und 7 *kg* im Winter, jene der Frau ist um Weniges schwerer. (Pettenkofer.)

Wir tragen also im Winter $^1/_{10}$ des Gewichts unseres Körpers an Kleidungsstoffen mit herum. Die Thiere weichen mit außerordentlich wenig an Bekleidungsstoff; ein Hund von 4—5 Kilo hat trotz seiner verhältnismäßig sehr großen Oberfläche nur 70 *g* Haare als Winterpelz.

Winterliche Bekleidung vermehrt beim Manne wie bei der Frau die wärmeabgebende Oberfläche.

Die zur Bekleidung verwendeten Stoffe kann man trennen in solche, welche nach Flanellart gewebt sind, ferner in Trikotstoffe und in glattgewebte Stoffe. Sie werden in jeder Zubereitung zur Unter- wie Oberkleidung verwendet.

Ihrer Dicke nach unterscheiden sich dieselben außerordentlich, die glattgewebten Leinen-, Baumwoll- und Seidenstoffe sind meist dünn von 0·16 — 0·4 *mm* Dicke, dicker sind dann die Trikotstoffe von 0·6 — 1·2 *mm* (Seide, Baumwolle, Wolle), noch dicker die Flanelle mit 2—3 *mm* Stärke, und die extremsten Verhältnisse weisen die Stoffe der Oberkleidung auf, die Überzieherstoffe (Wolle) bis zu 6—7 *mm* Stärke. Die Dicke der verwendeten Stoffe ist eine fundamentale Eigenschaft. Wie diese so variiert in gewissen Grenze auch das Gewicht gleichgroßer Flächenstücke, aber weit weniger als die Dicke. Die Dicke der Stoffe ist von dem auf ihnen lastenden Druck abhängig; leicht compressibel sind die Flanellstoffe, weniger die Trikotgewebe, sehr schwer die glattgewebten Stoffe.

Das spec. Gewicht der festen Stoffe welche die Kleidung zusammensetzen kann lufttrocken zu rund 1·3 jener des Wassers = 1 gesetzt angenommen, werden.

Das spec. Gewicht der Kleidungsstoffe wechselt in natürlichem Zustande außerordentlich. Das geringste haben die Flanelle 0·09 0·15

ein mittlerer das Trikotgewebe	0·2	0·3
das höchste glatte Gewebe	0·4	0·7

(Seide, dünne Kammgarne, Schirting.)

Zur Unterkleidung verwendete glatte Stoffe haben etwa 0·6 spec. Gew. Trikotgewebe durchschnittlich 0·2, für Anzüge verwendet man meist Wollstoffe von 0·3 spe. Gew., zur Unterkleidung Stoffe mit 0·19 spez. Gew.

Am höchsten pflegt das spec. Gew. der Sommerkleidung zu sein mit 0·36, ein mittleres Gewicht haben Frühjahr- und Herbstanzug mit 0·27, am geringsten aber ist jenes der Winterkleidung mit 0·17.

Der Luftreichthum der Kleidung ist ein ungeheurer. Flanellstoffe enthalten $^3/_5$ Raumtheile und darüber an Luft. Trikot und Kleiderstoffe $^3/_4$; und selbst in den glatten Stoffen wird man noch die Hälfte des Rauminhalts als Luft annehmen müssen.

Wir tragen in unserer Kleidung also stets eine gewaltige Luftmenge mit uns herum. Die Eigenschaften der Kleidung müssen im Wesentlichen jene der ruhenden Luft sein. (Péclet)

Die Kleiderluft hat eine von der umgebenden Zimmerluft verschiedene Zusammensetzung; sie ist kohlensäurereicher (Rubner); die von der Haut abgegebene Kohlensäure wandert langsam durch die Kleidung hindurch.

Die Luft in der Kleidung ist verhältnismäßig leicht beweglich.

Die einzelnen Kleidungsstoffe lassen verschieden leicht Luft hindurchtreten. Pettenkofer fand bei 4 bis 5 *cm* Wasserdruck (was dem Druck eines sehr starken Windes entspricht) folgenden Luftmengen in 1 Minute durch 1 cm^2 hindurchtreten

bei	Leinwand	6	Liter
„	Flanell	10·4	„
„	Boxkin	6·1	„
„	Handschuhleder	0·1	„
„	Sämischleder	5·4	„
„	Seidenzeug	4·1	„

Die hiebei der Untersuchung unterzogenen Stoff waren von ungleicher Dicke; verwendet man solche von gleichem Durchmesser, so drückt sich der durch die Webart gegebene Widerstand deutlicher aus:

Man findet bei trockenem Stoff:

glatt gew. Baumwolle.	0·207	Lit.	p. 1 Min.	bei 0·34 *m* Wasserdruck
Trikotstoff	1·027	„	„	„
Flanellstoff	1·138	„	„	„

Jeder Luftstrom wird durch die Kleidung in seiner Geschwindigkeit gehemmt.

Die Luft in den Kleidern ist übrigens nicht vollkommen in Ruhe, auch wenn es an einer Triebkraft von aussen fehlt. Bei den mit der Körperbewegung erfolgenden Verschiebungen der Kleidung wird mechanisch theils Luft herausgepresst, theils hereingesogen und außerdem hat die Kleiderluft, weil sie eine hohe Temperatur besitzt, einen „Auftrieb“ und sucht nach oben zu entweichen, indess an anderen Stellen die kühle Luft nachfolgt (Pettenkofer).

Wärmestrahlung und Wärmeleitung der Kleidungsstoffe.

Indem wir uns bekleiden, treten an die Stelle der Haut als wärmeausstrahlende Fläche die Kleidungsstoffe. Man weiss durch Versuche, dass das Strahlungsvermögen der Kleidungsstoffe ein sehr grosses genannt werden muss; wenigstens ist es z. B. an 24mal so gross, wie jenes glattpolirter Metallflächen.

Die Fundamentalfrage der Bekleidung wäre die, ob die Ausstrahlung der Kleidungsstoffe kleiner oder grösser sei als jene der menschlichen Haut. Man hat geschlossen, die Ausstrahlung der Kleidungsstoffe sei kleiner als jene der Haut, weil nach dem Rasiren eines Thieres oder eines Pelzes mehr Wärme ausgestrahlt wird. Dieser Schluss ist irrig; man entfernt bei diesem Versuche eine die Wärme schlecht leitende Schicht, und es verhält sich dabei gerade so, wie in den oben mitgetheilten Versuchen, bei welchen nach Ablegung einzelner Kleidungsstücke die Strahlung immer mehr zunimmt. Um das Ausstrahlungsvermögen zu bestimmen, muss nicht nur die ausgestrahlte Wärmemenge, sondern auch die Temperatur der ausstrahlenden Fläche (der Haut, des Pelzes u. s. w.) bekannt sein. Diese ist in den eben genannten Fällen nie bestimmt werden.

Bestimmt man direct am Lebenden das Strahlungsvermögen der (trockenen) Haut, so zeigt sich dasselbe nicht unwesentlich kleiner als jenes von Wolle, Leinwand und Baumwolle (Rubner).

Man hat bis jetzt meist auf Grund von Péclet u. Krieger das Strahlungsvermögen der menschlichen Kleidungsstoffe als nahezu gleich groß bezeichnet. Dies ist aber nicht zutreffend. Das geringste Strahlungsvermögen besitzen appretirte Baumwolle, glatte Seidenstoffe, Waschleder. Es ist kleiner als das des Rußes; gewaschene Stoffe, Trikotgewebe u. Flanellstoff überragen das Strahlungsvermögen des Rußes. Die appretirten geglätteten Stoffe und die rauhen Gewebe sind um 25% im Strahlungsvermögen unterschieden. (Rubner.)

Das Wärmeleitungsvermögen hat man bisher meist ohne Rücksichtenahme auf die ungleiche Dicke der Stoffe untersucht, obschon gerade diese so sehr differirt. Es ist unzulässig zu behaupten, Flanell habe ein geringeres Vermögen Wärme durchzulassen als Shirting, da diese Soffe um das Zehnfache in der Dicke verschieden sein können.

Untersucht man ganz gleichdicke Stoffe der verschiedenartigsten Herkunft, Webweise, u. verschiedenartigen Materiales, so findet man dieselben gleich wärmedurchgängig. (Schuster, Rubner.)

Péclet hat zuerst auf diese Verhältnisse hingewiesen; und besonders an Baumwolle, die er bald locker, bald dicht lagerte, gezeigt, dass bei derselben Temperaturdifferenz und derselben Dicke der Schicht immer gleichviel Wärme durchgelassen werde.

Man hat daraus den Schluss gezogen die Kleidungsstoffe selbst, hätten ein gleich geringes Leitungsvermögen wie stagnierende Luft (Péclet, Forbes). Vermuthlich stellt sich das Leitungsvermögen der Luft erheblich geringer wie jenes der festen Kleidungsstoffe (Schuhmacher); wenn man mehrere lockere Kleidungsstoffe mit beträchtlichem Lufteinschluss untersucht, so sollten sie weit wärmehaltender sein wie dichte, die große Beweglichkeit der Luft und der damit verknüpfte

Wärmeverlust gleicht den Gewinn an Luft, d. h. schlecht leitendem Material wieder aus.

Die Stoffe, welche den Wärmedurchtritt in demselben Maße hemmen, besitzen unter Umständen ein sehr ungleiches Gewicht; appret. Baumwolle wiegte 4·6 mal soviel als ein gerade ebenso für die Wärme undurchgängiger Flanell. (Rubner.)

Die Bestimmung der Dicke der Kleidung ist eine der fundamentalsten Aufgaben, s. o.

Die wärmende Wirkung hängt wesentlich von ihr ab. Die ersten Stofflagen wirken aber weit kräftiger den Wärmeverlust hemmend als die späteren Lagen.

Umhüllt man einen Metallwürfel, der auf 100° geheizt ist, mit einem dünnen Baumwollstoff und dann mit immer zahlreicheren Lagen, so erhält man folgenden auch für andern Temperaturen und Stoff geltenden gesetzmäßigen Abfall.

Dicke.	Wärme verl.	Dicke.	Wärme verl.
0 *mm*	100	4 *mm*	57
1 „	77	5 „	53
2 „	68	10 „	41
3 „	65	15 „	30

Bei dünnen Lagen hat man bei dem Vergleiche von Stoffen untereinander die Wärmestrahlung als wesentlichen Wärmeverlust mit in Betracht zu ziehen.

In unserem Klima pflegt die Kleiderlage so dick zu sein, dass Compressionen keine wesentliche Vermehrung und Lockerungen keine wesentliche Verminderung des Wärmedurchgangs herbeiführen.

Die rein physikalische Untersuchung der Wärmeleitung u. s. w. einzelner Kleidungsstoffe kann übrigens zu einer genauen Vorstellung über die Wirkung der Bekleidung nicht führen, weil die Kleidungsstücke sich höchst ungleich an den Körper anschmiegen, einmal viel, einmal wenig Luft einschließen und die ganze Wirkung auch noch dadurch complicirt wird, dass die Oberfläche eines bekleideten Menschen größer wird, als eines entkleideten, wodurch dann wieder Gelegenheit zu vermehrtem Wärmeverlust gegeben ist. Es ist also die Nothwendigkeit, die Kleidung möglichst in natürlicher Lage zu untersuchen, leicht einzusehen. Derartige Versuche über die complete Kleidung sind oben mitgetheilt worden.

Die Bestrahlung.

Wenn Wärmequellen von höherer Temperatur, als unsere Eigentemperatur ist, uns umgeben, so nehmen wir durch Bestrahlung Wärme auf. Der Wärmezuwachs, den wir erfahren, ist abhängig von dem Umstande, ob es sich um leuchtende oder dunkle Strahlen handelt.

Von den leuchtenden Strahlen, an denen die Sonne (wegen Absorption der Wärmestrahlen in der Atmosphäre so sehr reich ist, werden, wie Franklin gezeigt hat, je nach der Farbe des Gegenstandes, auf welchen sie fallen, verschiedene Mengen absorbiert und reflectiert. Von unbekleideten Stellen der (weißen) Haut wird viel Wärme reflectiert. Bei der Kleidung kommt es wesentlich auf die Farbe und wohl wenig auf die Natur des Stoffes an. Wenn Weiß 100 Wärme-

einheiten aufnimmt, absorbiert Hellgelb 102, Hellgrün 152, Dunkelgelb 140, Dunkelgrün 161, Roth 168, Hellbraun 198, Schwarz 208 Wärmeeinheiten. (Pettenkofer.)

Für die dunklen Wärmestrahlen ist der Einfluss der Farbe nicht näher gekannt. Die Wärmeabsorption dunkler Strahlen folgt keineswegs derselben Gesetzmäßigkeit, welcher die leuchtenden gehorchen. (Tyndall.) Von dunklen Strahlen absorbiert der weiße Alaun sehr viel, das schwarze Jod dagegen ist nahezu völlig wärmedurchlässig. Da aber Wärmeabsorption und Wärmeemission miteinander in engster Beziehung stehen und die Wärmeausstrahlung (Emission) der verschiedenartigen Kleidungsstoffe sehr übereinstimmend zu sein scheint (Péclet, Krieger), so kann eine wesentliche Verschiedenheit der Bestrahlung (Wärmeabsorption) durch dunkle Strahlen kaum angenommen werden. Die Kleidungsstoffe besonders ungefärbte sind für die Sonnenstrahlen durchgängig (Bubnoff.)

Hygroskopisches Wasser der Kleidung.

Wie die Kleider die Wärmebildung und Wärmeabgabe beeinflussen, so wirken sie namentlich bei hohen Temperaturen auch auf die Wasserdampfbildung und Wasserdampfabgabe ein; das Tragen von Kleidungsstücken ist ja gleichwertig mit einer höheren Lufttemperatur der Umgebung.

Alle Kleidungsstoffe sind hygroskopisch und ändern ihren Feuchtigkeitsgehalt rasch, wenn die relative Feuchtigkeit der Luft sich ändert. Am wenigsten hygroskopisch ist Leinwand, dann folgt Baumwolle, Seide und Wolle; letztere kann auf 1000 Theile bis zu 273 Theilen hygroskopisches Wasser aufnehmen. (Linroth.) Wenn durch den Wechsel der relativen Feuchtigkeit rasch Wasserdampf aus den Kleidern abgegeben wird oder in feuchter Luft Wasserdampf aufgenommen wird, findet eine Abkühlung oder Erwärmung der Kleidung statt. Wir können daher ohne Änderung der Lufttemperatur für kurze Zeit die Empfindung von Kälte oder Wärme haben. Vermuthlich erhöht die Aufnahme des hygroscopischen Wasser das Wärmeleitungsvermögen (s. später).

Da die Kleidung durch den Contact mit dem menschlichen Körper sich erwärmt, so muss die zwischen den einzelnen Kleidungsstoffen eingeschlossene Luft eine relativ geringere Feuchtigkeit zeigen als die umgebende Luft, und zwar ganz allmählich zunehmend in den verschiedenen Schichten umgekehrt proportional dem Temperaturgefälle. Dränge z. B. Außenluft 15° und 50 Procent relativer Feuchtigkeit bis an die Körperoberfläche, sich auf 33° C. erwärmend, so sänke die relative Feuchtigkeit von 50 Procent auf 18 Procent. Die Kleidung liefert uns also eine sehr trockene Luft und ermöglicht selbst bei geringer Luftbewegung in den Kleidern eine reichliche Abgabe von Wasserdampf.

Trotz der Wasserabgabe von der Haut wird die durch die Zunahme der Temperatur gegen die Haut zu erzeugte Verminderung der relativen Feuchtigkeit, beziehungsweise Erhöhung des Sättigungsdeficits bei dem ruhenden Menschen nicht verdeckt. (Linroth.) Die gesammte Kleidung verliert nach dem Anziehen wesentlich an Gewicht,

weil sie durch die Trockenheit der Luft in ihren Poren Wasserdampf verliert.

Die Kleidung wirkt aber, wie Versuche von Erismann gezeigt haben, doch nicht austrocknend, offenbar weil die Luftgeschwindigkeit und Luftmenge, welche mit der Haut in Berührung treten kann, durch die Kleidung vermindert ist.

Bedeckt man einzelne Theile eines Kleidungsstückes mit einem für Wasserdampf undurchgängigen Materiale, so sammelt sich eine weit reichlichere Menge hygroskopischen Wassers an, als an unbedeckten Stellen.

Zwischengelagertes Wasser der Kleidung.

Unter den verschiedenartigsten Umständen wird Wasser in die Poren der Kleidung aufgenommen. Ein sehr hoher Grad der Durchfeuchtung tritt schon an nebligen Tagen ein; dann aber kann ferner bei Durchnässung durch Regen oder bei Schweißbildung eine solche Durchtränkung der Kleidung entstehen (zwischengelagertes Wasser). Gerade das Verhalten der Kleidungsstoffe zu dem zwischengelagerten Wasser ist häufig bestimmend für die Auswahl der Stoffe zu unserer Bekleidung. Nasse Kleidung ist im höchsten Grade unbehaglich, wir frieren in ihr intensiv und suchen daher unsere Bekleidung so zu wählen, dass selbst in benetztem Zustande das Frostgefühl kein allzu intensives wird.

Die einzelnen Kleidungsstoffe nehmen sehr verschiedene Mengen Wassers auf. Eine wichtige Eigenschaft ist die Elasticität im feuchten Zustande. Die nicht elastischen Stoffe sind in hohem Grade geeigenschaftet, uns zu belästigen, weil sie sich im benetzten Zustande dicht aneinander legen und die eingeschlossene Luft vollkommen entweicht. Sie liegen der Haut enge an. Jede Wärmeentziehung durch Wasserverdunstung wird also ganz direct empfunden und die Körperwärme findet in den feuchten Stoffen leicht Gelegenheit abzuströmen.

Die Wolle hat den großen Vortheil, dass sie sich sehr schwer benetzt. Auch wenn sie durchtränkt ist, bleibt sie elastisch. Die Härchen der Wolle halten wie Isolirfüßchen die Kleidung von unserer Haut ab. Die Abkühlung wird also weniger empfunden, das Wasser langsam abgegeben.

Bei voller Benetzung der Kleidung füllen sich alle vorhandenen Porenräume der Kleidung; da letztere eine gewaltige Größe besitzen, ist die Wassereinlagerung gleichfalls höchst bedeutend. Flanell hat durchschnittlich $^4/_5$ seines Volums an Porenräumen (häufig weit mehr). Nach der Durchtränkung mit Wasser wird das Verhältnis des Volums der festen Substanz zu Wasser demnach 1 : 4 sein müssen.

Diese gewaltigen Wassermassen schließen die Stoffe nur ein, so lange sie unter Wasser sind. Sobald man sie aus letzterem entfernt, fließt es zum größten Theil spontan aus.

In 100 Kilogr. verbleibt nach Rouget de Lisle an Wasser:

Bei Flanell	Baumwolle	Seide	Leinwand	
200 Kilo	100 Kilo	95 Kilo	75 Kilo	Auswinden m. d. Hand
110 „	60 „	50 „	40 „	„ „ „ Maschine.
60 „	35 „	30 „	25 „	Centrifugiren.

Diese Unterschiede hängen aber keineswegs von der Natur der Kleidungsstoffe ab, wie man irrthümlich meint, sondern sind wesentlich

bedingt durch die Anordnung der Fasern des Gewebes bei der specifischen Webart. Bei Trikotstoffen aus Seide, Wolle, Baumwolle, welche gleichartig hergestellt sind, scheinen keine erheblichen Differenzen in der Fähigkeit, das Wasser zurückzuhalten, vorhanden zu sein.

1000 Theile Stoff nehmen auf.

Trikotseide	1409
„ Wolle	1400
„ Baumwolle	1180. (Rubner.

Das nach dem Auspressen mit der Hand zurückbleibende Wasser schließt bei Flanellstoffen etwa $^1/_6$ der vorhandenen Porenräume, bei Trikotstoffen etwa $^3/_{15}$, bei glatt gewebtem Schirting bis zu $^2/_3$ und darüber. (Rubner.) Während also Flanell und trikotartige Stoffe eine Circulation der Luft im benetzten Zustande gestatten, werden die dichteren Gewebe nahezu undurchgängig.

Auf natürlichem Wege kann eine vollkommene Benetzung der Kleidung nur beim Schwimmen oder dgl. eintreten, eine weit geringere bei der Durchnässung im Regen. Die durch das Schwitzen zustande kommende Benetzung erreicht nur in den allerseltensten Fällen eine ähnliche Größe, wie die nach dem Auspressen verbleibende Wassermenge. Unter den Trikotgeweben scheint die Baumwolle mehr Schweiß aufzunehmen als Trikotwolle. Bei mittlerer Wasserabgabe verhalten sich beide gleich, von hygroskop. Wasser nimmt dagegen die Wolle weit mehr auf als Baumwolltrikot. (Reichenbach.

Die Wärmedurchgängigkeit wird durch das zwischengelagerte Wasser ungeheuer vermehrt. Wenn man auf einen Metallwürfel, der mit heißem Wasser gefüllt ist, trockne oder feuchte Kleidungsstoffe aufzieht und sie mit einer Metallplatte bedeckt, so gibt die von der Platte ausgestrahlte Wärme ein Maß für die durch die Stoffe hindurchgeleitete Wärmemengen. Rubner.

Als Beispiel möge folgendes dienen:

	trockener Stoff Galvanometerausschlag	feuchter Stoff Galvanometerausschlag
2 Lagen Flanellstoff (Wolle)	41°	77°
4 „ „	33°	77°
8 „ „	25°	70

Die Differenzen zwischen nassen und trockenen Stoffen sind demnach sehr erhebliche.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse der Wärmeabgabe, wenn das Wasser frei verdunsten kann. Bei benetzten Stoffen wird die Wärmebindung durch die Verdunstung so bedeutend, dass die Außentemperatur derselben sofort stark sinkt. Die Ausstrahlung feuchter Stoffe wird sogar kleiner als die Ausstrahlung gleich dicker trockener Stoffe war. Ja, unter geeigneten Verhältnissen wird die Verdunstung die alleinige Quelle des Wärmeverlusts, die Temperatur der verdunstenden Fläche sinkt unter die Temperatur der umgebenden Luft, so dass sogar dieser also Wärme entzogen wird.

Man gibt an, von Seide, Leinwand und Baumwolle verdunste das Wasser rasch, von Wolle nur halb so schnell. Diese Differenzen scheinen aber in erheblichem Grade bei Stoffen aus Seide, Baumwolle und Wolle — gleicher Webweise nicht vorzuliegen.

Ein genauer messender Versuch über die Wärmeabgabe eines mit nassen Wollbinden umwickelten Armes im Calorimeter ergab, dass abgesehen von dem Wärmeverlust durch Wasserverdampfung, der Arm mit nasser Kleidung (Binde) wesentlich mehr Wärme abgibt, als ein mit trockener Flanellbinde umwickelter Arm. Die Wärmeabgabe bei nasser Kleidung war so gesteigert, dass die Wärmeabgabe des nackten unbekleideten Armes übertroffen wurde (Rumpel).

Die vermehrte Wärmeabgabe beruht aber keineswegs auf einer specifischen Erhöhung des Ausstrahlungsvermögens des nassen Kleidungsstückes, sondern ist verursacht durch die vorzügliche Wärmeleitung durch die nassen Kleidungsstücke hindurch und durch die Temperatursteigerung der ausstrahlenden Fläche. (Rubner.)

Die erkältende Wirkung nasser Kleidung ist leicht zu verstehen, wenn man die Menge von Wasser ins Auge fasst, welche in das Gewebe aufgenommen wird und wieder verdunsten muss. Die Kleidung des deutschen Soldaten wiegt trocken 4850 *g*, durchnässt 8750 *g* (Müller), nimmt demnach 3900 *g* Wassers auf. Um diese Menge zu verdampfen, wären rund 2300 Calorien nothwendig, d. h. ebenso viel als vom ruhenden Erwachsenen in einem Tage erzeugt wird.

Kleidungsmaterial, welches unbenetzbar ist, wie z. B. Gummituch und ähnliche Präparate, eignet sich, weil es den Wasserdampf durch sich nicht hindurchtreten lässt, nicht als dichte, abschließende Kleidung und nicht, wenn an die Wasserdampfabgabe größere Anforderungen zu stellen sind.

Eine eigenthümliche Beziehung zeigen die Kleidungsstoffe zu dem Schweiß. Trägt man Strümpfe gleicher Herstellung, so wird von beiden Füßen symmetrisch Schweiß an diese abgegeben, der sich durch den Kochsalzgehalt derselben verräth. Trägt man ungleiche Strümpfe z. B. einen Wollstrumpf und einen Baumwollstrumpf, so treten Differenzen im Chlorgehalt auf. Die Wolle hat in jeder Herstellungsweise den geringsten Kochsalzgehalt, dann Lahmannsche Trikotstoffe etwas, mehr Seide, endlich am meisten gewöhnliches Leinen- und Baumwolle. (Cramer.)

Die Ungleichheit rührt von der Wanderung des Schweißes her, welcher durch die Wolle am leichtesten, durch die übrigen weit schwerer hindurchtritt.

Ammoniak findet sich wenig in Wolle mehr in Reformbaumwolle, Leinen, Baumwolle, Seide.

Wert der verschiedenen Bekleidung.

Die Auswahl der Bekleidungsstoffe muss ganz nach dem Zwecke, den die Kleidung erfüllen soll, erfolgen. Wir haben früher hervorgehoben, dass die Natur der Kleidungsstoffe hinsichtlich der Behinderung des Wärmeverlustes nahezu gleichgiltig ist. Wolle, Seide und Baumwolle halten in dickeren Schichten, wenn die Verschiedenheit der Ausstrahlung zurücktritt, gleich warm.

Es kommen aber doch noch andere Gesichtspunkte in Betracht. Rationell ist nur jene Kleidung, welche den Effect des Warmhaltens mit der geringsten Materialmenge erreicht. Am leichtesten und wärmsten wäre zugleich der Wollflanell. Aber seine rasche Abnützung hat ihn sehr zurückgedrängt. Besser halten sich im Gebrauche die Trikotgewebe, indem sie der Abnützung Widerstand leisten. Auch die tuchartige Webweise unserer Oberkleidung entspricht einigermaßen den zu stellenden Anforderungen. Wünschenswert wäre bei genügender Festigkeit eine noch lockerere Herstellung der Gewebe.

Die glatten Gewebe sind im Verhältniss zur Masse wenig wärmehaltend, allerdings aber wesentlich dauerhafter als manche Trikotgewebe.

Die Kleidung soll nicht nur leicht sein, sie muß auch namentlich bei angestrengter Hautthätigkeit gut functionieren. Mit Rücksicht auf die Schweißsecretion soll die Kleidung das Wasser gut aufnehmen und im benetzten Zustande leicht austrocknen.

Die Anforderungen, welche unter normalen Verhältnissen an das Auffangevermögen zu stellen sind, sind nicht so gewaltig, als man sich in der Regel vorstellt. Wenn nicht ganz abnorme Bedingungen vorliegen, genügt das Wollgewebe, das am schwierigsten sich benetzt, vollständig. Leichter benetzbar sind allerdings Baumwolle und Seide, aber diese Eigenschaft wird auch zu ihrem Nachtheil.

Seide legt sich benetzt in jeder Bearbeitungsweise glatt der Haut an; ähnlich verhalten sich die glattgewebten und auch die Trikotbaumwollgewebe; es wird dadurch ein gewisses lästiges Gefühl erzeugt, Kältegefühl und Hemmung der Bewegung. Wollflanell wie Wolltrikot liegt dagegen nur locker und gleichmäßig an und bleiben verschieblich.

Die lockeren Kleidungsstoffe (Flanell, Trikots) berechtigen noch weiter zu dem Anspruch, rationell zu sein, weil ihre Poren nur unvollkommen mit Wasser sich füllen, weil eine gleichmäßige Abdunstung des letzteren möglich ist und weil sie im benetzten Zustande den Körper nicht mit einer nahezu völlig mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre umgeben.

Die glattgewebten Stoffe schließen benetzt jeden Luftstrom von der Haut ab. Wasserdampf kann durch sie erst wieder hindurchziehen, wenn das eingelagerte Wasser nahezu vollkommen verdampft ist. Man sieht also wohl auch das unzweckmäßige des Verfahrens ein, über lockeren Geweben dichte Gewebe zu tragen, letztere können zu einem vollkommen Hemmnis der Circulation werden.

Die zur Zeit hergestellten lockeren Stoffe sind vielfach — besonders bei Unterkleidern und für den Sommer berechnet von zu beträchtlicher Dicke. Ein erheblicher Nachtheil ist das Verfilzen der Wollgewebe, wodurch die Dicke des Stoffs erheblich zunimmt. Sie eignet sich namentlich da zur Bekleidung, wo auf heftige Muskelanstrengungen längere Ruhepausen treffen, oder da, wo man sich häufig der Durchnässung aussetzt, ohne sofort die Kleidung wechseln zu können.

Die Wollkleidung, besonders bei directem Tragen auf dem Leib befördert leicht die Unreinlichkeit. Wollkleidung muss häufig gewechselt und gewaschen werden.

Wenn man zur Unterkleidung Stoffe von bedeutender Dicke nimmt, sollte durch dünnere Oberkleidung der nöthige Ausgleich gemacht werden.

Das Glätten, Bügeln, Stärken, Appretieren nimmt den Kleidungsstoffen die Lockerung des Gewebes, hemmt die Luftdurchgängigkeit und die Abgabe von Wasserdampf. (Rubner.)

Die Kleidung soll nicht nur der Qualität, sondern auch der Quantität noch richtig bemessen sein; je kälter es wird, ein desto grösserer Bruchtheil der Körperoberfläche muss bedeckt und desto mehr Stofflagen müssen als Umhüllung benützt werden.

Die Kleidung soll ausreichend sein, d. h. durch Behinderung der Wärmeabgabe unseren Verbrauch an Nahrungsstoffen einschränken. Wir streben, unbewusst dem Gefühle der Behaglichkeit folgend, dieser Grenze zu und erreichen damit den Vortheil, dass die Temperaturver-

änderungen der umgebenden Luft an unseren Wärmeregulationsapparat die kleinsten Anforderungen stellen. Je ein Grad Temperaturänderung vermindert oder vermehrt die Verbrennung um 2 bis 3 Procent; sind wir schlecht gekleidet oder nackt und erzeugen sehr viel Wärme, dann werden 2 bis 3 Procent mehr oder weniger von dieser Wärmemenge eine wesentliche Leistung sein, haben wir durch gute Bekleidung den Stoffverbrauch stark eingeschränkt, so werden 2 bis 3 Procent von dieser Wärmeproduction in absoluter Zahl eine wesentlich kleinere Wärmemenge repräsentiren.

Es gibt aber auch eine Schädigung der Gesundheit durch überreichliche Kleidung, gekennzeichnet durch Schweißausbruch bei den geringsten Bewegungen, Übligkeiten und Ohnmachtsanfälle (Hitzschlag ähnliche Erscheinungen). Die Haut wird bei den fortwährenden Überfluthungen mit Schweiß auch leicht zu Erkrankungen vorbereitet.

Ungenügende Bekleidung gibt Gelegenheit zu Erkältungen aller Art, hindert namentlich bei Kindern den Ansatz kräftiger Musculatur, und eines für die Tage der Krankheit so wertvollen Fettpolsters.

Die Kleidung soll einem vernünftigen Wechsel mit der Jahreszeit unterliegen, mit dem Gange der Temperatur, der Windgeschwindigkeit im Freien, und je nach der Muskelleistung, welche gemacht werden soll.

Sehr häufig treten allerlei Unzweckmäßigkeiten auf: die Winterkleidung wird in das Frühjahr hinein, die Sommerkleidung bis in den Beginn des Winters getragen.

Die Sommerkleidung soll aus dünnen Stoffen bestehen, locker anliegen und von heller Farbe sein; die Winterkleidung aus dicken Schichten poröser Stoffe, gut schließend hergestellt werden und dunkle Farbe besitzen.

Der Schnitt der Kleider wird leider von der Mode und nicht von der Hygiene dictiert; man kann daher nur hoffen, es möchten allmählich die gröberen Schäden, die durch zu enge Kleidungsstücke hervorgerufen werden, vermieden bleiben: das Tragen zu enger Corsetts bei den Frauen, der stark einengenden Leibriemen bei den Männern, fester, eng anliegender Strumpfbänder; endlich das Deformationen des Fußes erzeugende schlechte Schuhwerk.

Die Kopfbedeckung soll im Sommer luftig sein und muss namentlich in den Tropen vor intensiver Bestrahlung schützen. In letzterem Falle muss die weiße Farbe gewählt werden und ein dickes, die Wärme schlecht leitendes Material, am besten Kork. Der Nacken wird durch ein Tuch noch außerdem geschützt.

Schlechtes Schuhwerk erzeugt Nagelkranhheiten, Schwielen, Hühneraugen, Veränderungen des Fußskelets, Drehen und Übereinanderlegen der Zehen.

Beim Auftreten verflacht sich das Fußgewölbe, der Fuß verlängert sich und verbreitert sich. Der Schuh soll also eine freie Beweglichkeit gewähren, die Zehen dürfen in ihrer Stellung und Lagerung nicht gehemmt werden.

Für jeden Fuß ist die Sohle besonders zuzuschneiden. Die Sohle ist richtig geformt, wenn eine Linie, welche um die halbe Breite der großen Zehe abstehend von dem vorderen Theile des inneren Sohlenrandes, parallel mit diesem, gezogen wird und in ihrer Fortsetzung durch den Mittelpunkt des Absatzes geht. (Fig. 21, *bd*).

Fig. 19 gibt uns die normale Stellung der großen Zehe eines Erwachsenen, Fig. 20 jene eines Kinderfußes. Wie der Schnitt der Sohle sowohl bei normaler als abnormaler Stellung auszusehen hat, ist weiters in Fig. 21 dargestellt. Bei letzterer muss der großen Zehe Gelegenheit gegeben werden, in die normale Richtung *bd* nach *e* zurückzukehren. Hohe Absätze sind zu vermeiden. Schnürstiefel befestigen den Schuh in rationellster Weise am Fuß.

Gummischuhe eignen sich nur zu ausnahmsweiser und kurz dauernder Bekleidung des Fußes.

Das Bett, welches für mindestens ein Drittel des ganzen Lebens als „Bekleidung" gerechnet werden muss, soll namentlich geräumig genug sein, um durch beliebige Lageänderung jede Muskelgruppe zum Ausruhen bringen zu können, im Übrigen gelten auch für das Bett die oben gemachten allgemeinen Auseinandersetzungen über die Kleidung.

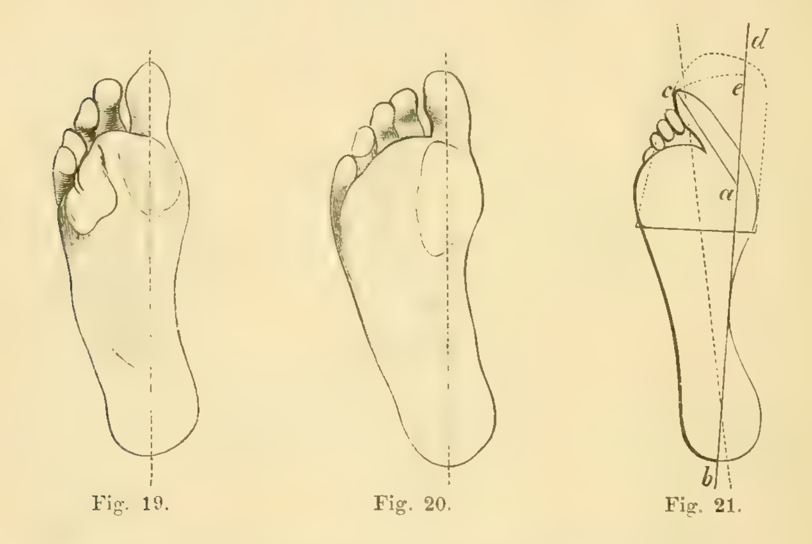


Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Zur Färbung mancher Kleidungsstoffe werden giftige Farben verwendet; anorganische sind als Weiß: bleiweiß, Antimon und Zinkoxyd. Roth: Menninge und Bleichromat, Schwefelarsen. Gelb: Chromsäure, Blei, Zink oder Baryum. Blau: Kupfersalze und arsenhaltige Kobaltpräparate. Grün: essig- und kohlensaures Kupfer. Schwarz: Schwefelblei, Kupferoxyd. Organische schädliche Farben sind: Schwarz: Cardol. Gelb: Gummigutti und Pikrinsäure.

Von hygienischem Interesse ist die bekannte Erfahrung, dass die Kleidungsstoffe eine gewisse Absorptionsfähigkeit für Gase und Riechstoffe besitzen. Die diesbezüglichen, bisher noch sehr lückenhaften Versuche lehren, dass mit der Hygroskopicität des Kleidungsstoffes die Absorptionsfähigkeit für Riechstoffe steigt, weiter das Stoffe aus thierischem Gewebe mehr als solche aus Pflanzengewebe, rauhe mehr als glatte absorbieren. (s. o.)

Krankenwärter, Ärzte, sollten sich glatter, lichter, baumwollener oder leinener, und außerdem leicht waschbarer Kleider bedienen.

Auch unter gewöhnlichen Verhältnissen verlangen die Gesundheitsrücksichten, dass die Kleidungsstücke regelmäßig gründlich gereinigt werden. In Röcken, Beinkleidern, Unterröcken, Strümpfen findet eine fortwährend chemische Veränderung derjenigen Substanzen, welche durch den Schweiß ausgeschieden werden und der sich ablagernden Staubpartikelchen, insoweit sie zersetzliches Material liefern, statt.

Bei großer Unreinlichkeit erinnert nicht nur der von diesen Gegenständen ausgehende Gestank an fäulnißähnliche Processe, sondern es sind auch Mikroorganismen mannigfaltiger Art in den Kleidern gefunden worden. (Uffelmann.)

Nicht selten vermitteln Wäsche und Kleidungsstücke den Transport der facultiven, wie obligaten Parasiten, wie z. B. bei Pocken, Cholera; besonders die Keime der Letzteren gedeihen vorzüglich auf feuchter Wäsche (Koch); ferner werden die Wundinfectionskrankheiten, Diphtherie, Puerperalfieber, Tuberkulose, wenn auch nicht ausschließlich, durch Wäsche und Verbandstücke übertragen (Flügge).

Flammenschutzmittel.

Die verschiedenen Stoffe und Zeuge sind in verschiedenem Grade entflammbar und brennbar; Stoffe aus pflanzlichen Geweben sind leichter entzündlich und brennbar als thierische. Wolle und Seide ist demnach schwerer entzündlich als Leinwand, Baumwolle und sehr feuergefährlich ist Hanf, Jute, Werg. Auch die Appretur und Färbung der Stoffe ist von Bedeutung. Mit Schwefelquecksilber oder Schwefelblei appretierte Stoffe sind sehr leicht und sehr rasch entflammbar und verbrennbar. Stoffe, welche mit Zinkoxyd, Bleioxyd, Chromgelb, Chromorange, Menninge u. s. w. gefärbt werden, sind überaus feuergefährlich, da sie große Mengen von gebundenem Sauerstoff enthalten, welcher die Verbrennung lebhaft fördert.

Die Flammenschutzmittel bestehen hauptsächlich aus Stoffen, welche durch die Hitze eine glasige Natur annehmen. Gay-Lussac hat mit einer 7procentigen Lösung von schwefelsaurem Ammon Gewebe vollkommen unentzündbar gemacht. Doch bewährte sich dies Verfahren nicht, weil das schwefelsaure Ammoniak im Laufe der Zeit sein Ammoniak theilweise verlor und die dabei freiwerdende Schwefelsäure zerstörend auf die Gewebe wirkte. Abel imprägnierte Gewebe mit kieselsaurem Bleioxyd, indem er sie mit Bleiessig tränkte und dann in eine Lösung von Wasserglas tauchte und auswusch.

Unter den Flammenschutzmitteln für Gewebe haben sich, so weit bisher die Erfahrungen vorliegen, nur hauptsächlich folgende vier bewährt: 1. phosphorsaures Ammoniak, 2. phosphorsaures Ammoniak mit Salmiak, 3. schwefelsaures Ammon und 4. wolframsaures Natron. Das phosphorsaure Ammoniak ist eines der besten Feuerschutzmittel und greift am wenigsten die Gewebe an.

Untersuchung der Kleidungsstücke.

Zur Erkennung und Unterscheidung der Gespinnstfaser in einem Gewebe kann man sich sowohl des Mikroskops, als auch chemischer Reactionen bedienen; doch bietet die mikroskopische Untersuchung verlässlichere Anhaltspunkte als das chemische Verfahren.

Behufs der mikroskopischen Untersuchung der Gespinnstfaser in einem Gewebe wird aus diesem vorerst alle Appretur durch Auskochen entfernt, dann die Kettenfäden (Längefäden) und die Fäden des Einschlages (Querfäden) von einander gesondert und jede Art geprüft.

Die Fasern präpariert man am zweckmäßigsten in der Weise, dass man dieselben mit Wasser befeuchtet und mit einer Nadel zertheilt. Handelt es sich nur um die Feststellung der Unterschiede von Leinwand, Seide, Wolle u. s. w. so reicht eine Vergrößerung von 70 oder 100 aus.

Die Leinwandfaser (Flachsfaser) zeigt unter dem Mikroskop eine walzenförmige nie platte, nicht oder nur wenig hin- und hergebogene, niemals stark um sich selbst gedrehte Gestalt. Sie ist der Länge nach von einem engen Canal, der Innenhöhle durchzogen. In kleineren oder größeren Zwischenräumen bemerkt man schräg oder schief über die Faser verlaufende Linien, nämlich die Porencanäle, in Form verdünnter Stellen der Bastzelle. Ihre durchschnittliche Breite wird auf $\frac{4-6}{400}$ Millimeter geschätzt. Fig. 22 *L*.

Die Hanffaser unterscheidet sich von der des Flachses bei mikroskopischer Untersuchung zunächst dadurch, dass sie ungleich starrer, dass der Hohlraum in der Regel weiter, die Wände stärker verdickt und dass, was besonders charakteristisch ist, die Enden häufig gegabelt erscheinen. (Fig. 22 *H*.

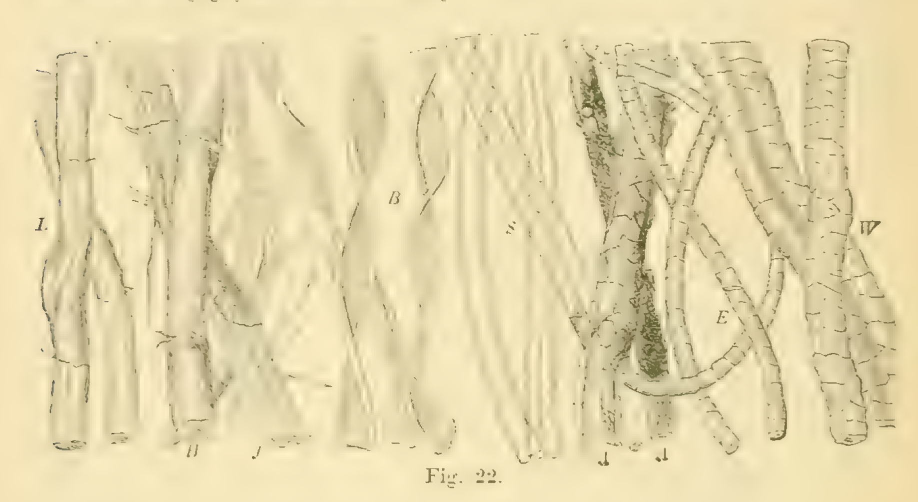


Fig. 22.

Die Chinagrasfaser, Jute, ist mehr bandförmig, hat wie die Leinenfaser schief gestellte Porencanäle, aber eine breitere Innenhöhle, ist holzig und starr. (Fig. 22 *J*.

Die Baumwolle besteht aus einzelnen Fasern von 2[illegible] bis höchstens 6 Centimeter Länge und einer Breite, die zwischen 0·017 und 1·05 Millimeter wechseln kann. Die Faser ist nicht oder selten und nur stellenweise cylindrisch, sondern platt, bandartig hohl, schlauchförmig, obschon die Wände des Schlauches nahe aufeinander liegen. Gewöhnlich sind die Enden derselben abgerissen, unregelmäßig: auf der Seite, mit welcher sie auf dem Samen fest saß, ist das immer der Fall. Sie erscheint unter dem Mikroskop im befeuchteten Zustand gewöhnlich gekräuselt und noch häufiger pfropfenzieherartig um sich selbst gedreht. An einzelnen Stellen verbreitert sie sich und diese sind dann nicht selten in schrägen Linien quer über die Achse der Faser gestreift. (Fig. 22 *B*.)

Die Seidenfaser ist die dünnste aller Fasern: sie erscheint vollkommen rund glatt, ohne Innenhöhle. (Fig. 22 *S*.)

Die Wollfaser als Haarbedeckung der Säugethiere stellt einen Cylinder dar, der aus kleinen Zellen gebildet ist, von welchen die nach außen liegenden sich abplatten und schuppenartig mit wenig vorstehenden Rändern und festgewordenem Inhalt, das Haar umgeben. Die oberen Ränder der einzelnen Schuppen stehen nach außen, während die unteren gegen die Achse des Haares mit dem inneren, markigen Theil in Berührung stehen. Die Wolle zeigt in Folge dessen ein Aussehen, das sich mit der Oberfläche eines Tannenzapfens vergleichen lässt. Die nicht zur Rinde verwendeten Zellen feiner Wollhaare erscheinen, in die Länge gezogen, undeutlich faserig und stellen eine Art Markstrang dar, der in der Mitte der schuppigen Hülle liegt (Fig. 22 *W*.) Das Wollenhaar ist von verschiedener Dicke. Die Elektoralwolle (Fig. 22 *E*. Wolle von Schafen vorzüglicher Racen) ist nur 1/[illegible] bis 1/[illegible] so dick als grobe Schafwolle. Die Alpacawolle (Fig. 22 *A*) stammt von einer Lama-Art.

Um Thierfasern von Pflanzenfasern chemisch zu unterscheiden, benützt man verschiedene Reagentien. Insbesondere empfehlen sich als solche: 10procentige Kalilauge, **Pikrinsäure, ammoniakalische Kupferlösung und englische Schwefelsäure.**

Wolle und Seide lösen sich in Kalilauge auf, Pflanzenfasern nicht. Taucht man das zu prüfende Gewebe in eine verdünnte Pikrinsäurelösung und wäscht dann sorgfältig aus, so nehmen Wolle und Seide eine echtgelbe Farbe an, während Baumwolle, Leinen, Hanf weiß bleiben.

Eine ammoniakalische Kupferlösung löst oder quellt Baumwolle, Leinwand und Seide auf, lässt aber Wolle ganz unverändert.

Zur Unterscheidung von Leinenfaser und Baumwolle empfiehlt sich das *Kindl*sche Verfahren. Die von allem Appret durch Kochen mit destilliertem Wasser befreiten und dann getrockneten Stücke werden $^1/_2$ bis 2 Minuten in englische Schwefelsäure getaucht, mit Wasser abgespült und zwischen den Fingern etwas gerieben, dann in eine verdünnte Lösung von Salmiakgeist gelegt, um alle anhängende Schwefelsäure zu entfernen und getrocknet. Die Baumwollfäden werden durch die Säure gallertartig gelöst und durch das Abspülen und Reiben entfernt. Die Leinenfasern bleiben unverändert oder werden nur wenig angegriffen.

Noch sei erwähnt, dass beim Anzünden einzelner, aus einem Gewebe gezogener Fäden die thierischen Fasern eine aufgeblähte, glänzende, nur schwer vollständig verbrennbare Kohle und nach vollkommener Verbrennung reichliche Asche zeigen, dass die beim Verbrennen aufsteigenden Dämpfe nach verbranntem Horn riechen und darüber gehaltenes Curcumapapier bräunen, während die Pflanzenfasern unter lebhaftem Brennen eine Kohle von der Form des Fadens und nach vollständiger Verbrennung wenig Asche geben. Die Dämpfe riechen brenzlich säuerlich und röthen ein hineingehaltenes feuchtes Lackmuspapier.

Anilinsulfat färbt verholzte, ligninhaltige Cellulose rasch gelb, reine Cellulose bleibt unverändert. Gut gebleichte Fasern geben keine Ligninreaction.

Wenn man kleine Stücke eines aus Pflanzenfasern hergestellten Gewebes mit 2 *cm* concentrirter Schwefelsäure übergießt und zwei Tropfen einer gesättigten wässerigen Thymollösung hinzufügt, färbt sich die Flüssigkeit schön roth. (Molisch.)

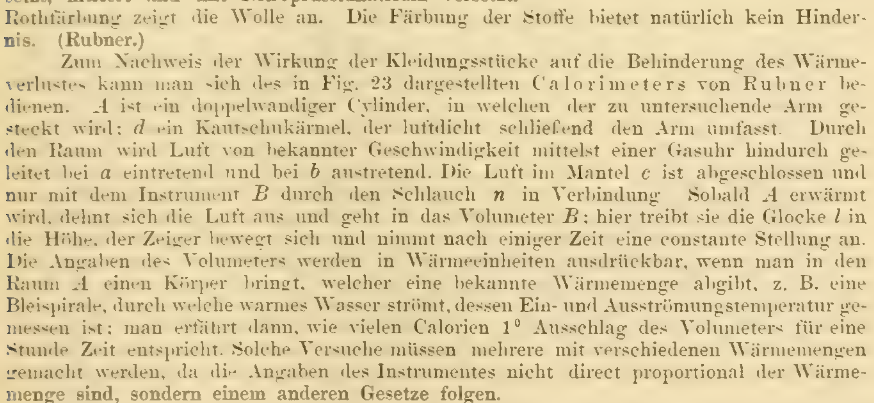
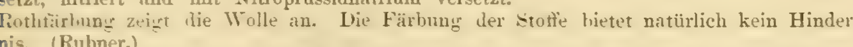


Fig. 23.

Wollhaltiges Material wird mit *metallischem* Natrium geschmolzen, dann mit Wasser versetzt, filtriert und mit Nitroprussidnatrium versetzt. Rothfärbung zeigt die Wolle an. Die Färbung der Stoffe bietet natürlich kein Hindernis. (Rubner.)



Zum Nachweis der Wirkung der Kleidungsstücke auf die Behinderung des Wärmeverlustes kann man sich des in Fig. 23 dargestellten *Calorimeters* von *Rubner* bedienen. *A* ist ein doppelwandiger Cylinder, in welchen der zu untersuchende Arm gesteckt wird; *d* ein Kautschukärmel, der luftdicht schließend den Arm umfasst. Durch den Raum wird Luft von bekannter Geschwindigkeit mittelst einer Gasuhr hindurch geleitet bei *a* eintretend und bei *b* austretend. Die Luft im Mantel *c* ist abgeschlossen und nur mit dem Instrument *B* durch den Schlauch *n* in Verbindung. Sobald *A* erwärmt wird, dehnt sich die Luft aus und geht in das Volumeter *B*; hier treibt sie die Glocke *l* in die Höhe, der Zeiger bewegt sich und nimmt nach einiger Zeit eine constante Stellung an. Die Angaben des Volumeters werden in Wärmeeinheiten ausdrückbar, wenn man in den Raum *A* einen Körper bringt, welcher eine bekannte Wärmemenge abgibt, z. B. eine Bleispirale, durch welche warmes Wasser strömt, dessen Ein- und Ausströmungstemperatur gemessen ist; man erfährt dann, wie vielen Calorien 1° Ausschlag des Volumeters für eine Stunde Zeit entspricht. Solche Versuche müssen mehrere mit verschiedenen Wärmemengen gemacht werden, da die Angaben des Instrumentes nicht direct proportional der Wärmemenge sind, sondern einem anderen Gesetze folgen.

Außerdem soll die Luft im Raume gleiche Temperatur behalten, oder es müssen die Angaben des Volumeters auch für diese eine Correctur erfahren, indem man aus dem Kubikinhalt von *c* die Ausdehnung der Luft für 1° Temperaturerhöhung berechnet.

Zu Versuchen über die Kleidung benützt man zwei Instrumente, welche nebeneinander aufgestellt werden; in das eine kommt der bekleidete, in das andere der unbekleidete Arm. *m* ist eine die Wärme schlecht leitende Schicht.

Die *Kleider und Hauttemperaturen* werden mittelst feiner Neusilber-Eisenthermoelementen gemessen. Der Thermostrom lenkt den gedämpften Magnet eines

Galvanometers mit wenig Windungen eines starken Kupferdrahtes ab. Das Fernrohr wird auf den Spiegel der Bussole gerichtet, in welchem die Zahlenwerte einer oberhalb dem Fernrohr aufgestellten Scala abgelesen werden.

Vor dem Versuch werden die Löthstellen der Thermoelemente in Wasser gebracht, das Fadenkreuz auf 0 gestellt, sodann die eine Löthstelle in Wasser von höherer Temperatur als jene der anderen, beide Temperaturen thermometrisch gemessen und der Ausschlag der Scala notiert. 1 Scalentheil hat dann einen bei verschiedener Größe des Ausschlags gleichbleibenden Wert. Näheres s. in den physik. Handbüchern.

Drittes Capitel.

Einwirkung excessiver Temperaturen.

Abnormer Wärmeverlust.

Wenn eine sehr intensive Wärmeentziehung eintritt, bei niederen Temperaturen und Wind, oder Durchnässung der Kleidung u. s. w., entsteht zunächst das Gefühl eisiger Kälte und Schmerz und wir versuchen, durch lebhafte Muskelbewegung die Abkühlung zu verhindern. Die Haut ist anfänglich der Einwirkung hoher Kältegrade blass durch Contraction der Gefäße, später tritt aber eine Lähmung der Gefäßmusculatur und damit vermehrter Wärmeverlust ein. Muskelruhe befördert den Wärmeverlust. In der Regel gesellt sich bei weiterer Wärmeentziehung Somnolenz hinzu, der Eintritt des Todes durch Erfrieren wird noch weiters beschleunigt.

Andere gelindere Grade abnormer Abkühlung, bei denen nicht das Leben, wohl aber die Gesundheit gefährdet ist, entstehen am häufigsten bei Ruhenden nach starker Arbeit (vielleicht auch nach reichlichen Mahlzeiten), wenn durch Schweißbildung die Kleider durchnässt sind und für den Wärmeverlust günstige Verhältnisse bieten. Vielfach bleiben wohl solche Abkühlungen ohne Schaden, in anderen Fällen dagegen treten Schnupfen, Katarrhe, Rheumatismen, Diarrhöen auf und wir sprechen von „Erkältung". Man fasst diese Erkrankungen, ohne damit das Wesen näher zu erklären, als reflectorische Vorgänge auf, die von den Hautnerven auf andere sensible Bahnen übergreifen.

Einen speciellen Fall der Abkühlung stellt die Zugluft dar; bei Einwirkung bewegter Luft namentlich auf Ruhende, besonders wenn vorher ein Echauffement gegeben war, findet man die Zugluft-erkältung häufig. Sie ruft weniger ausgedehnte Erscheinungen hervor und ändert zunächst so wenig an dem Allgemeinbefinden, dass wir oft erst lange, nach dem wir uns der schädigenden Ursache ausgesetzt haben, diese erkennen. Ob nun die circumscripten „Neuralgien" der Zugluft, als Erkältung geringen Grades aufgefasst werden müssen, ist nicht sicher; vielleicht ist die bewegte Luft ein specifischer Reiz. Sieht man doch bei Thieren durch leichtes Anblasen den Blutdruck steigen, indess gröbere Reize keinen Erfolg haben. Wenn nun die Gesundheitsschädigung durch Zugluft, durch den eigenartigen Reiz der bewegten Luft hervorgerufen wird, dann würde die Abhärtung unserer Haut durch kalte Waschungen uns nicht gegen die Wirkungen der Zugluft schützen. Die Wirkungen der Zugluft machen sich nicht allein durch Schmerzen in

den direct betroffenen Hautstellen bemerkbar, sondern werden auch noch auf andere Gebiete übertragen. Zahnschmerz, Ohrenschmerz, Störungen im Halse treten auf.

Abnorme Abkühlungen erleiden besonders häufig die Füße, da sie in directer Leitung mit dem Boden günstige Verhältnisse für den Wärmeverlust haben, außerdem sehr häufig das Schuhwerk durch Nässe wärmedurchgängiger geworden ist, oder enge anliegt, und endlich weil die Extremitäten, welche die Wärme vom Rumpfe zugeführt erhalten müssen, überhaupt leicht in ihrer Eigentemperatur gestört werden.

Abnorme Behinderung der Wärmeverluste und Wärmezufuhr.

Die Möglichkeit, hohe Temperaturen ohne Schädigung zu ertragen, ist wesentlich von dem Wasserdampfgehalt der Luft abhängig. Ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, so weden Temperaturen von 50 und 56° C. kurze Zeit, allerdings mit Erhöhung der Eigentemperatur, ertragen. Um längere Zeit in mit Wasserdampf gesättigten Räumen auszuhalten, muss die Lufttemperatur wesentlich niedriger sein, als die Körpertemperatur, um durch Leitung und Strahlung den Wärmeabfluss zu ermöglichen. In einer Luft von 30° C. und bei Wasserdampfsättigung steigt die Eigenwärme auf 40° C. Die Bewegung der Luft hat den wesentlichsten Einfluss auf die Wärmeabgabe.

Der Mensch kann aber Wochen hindurch bei Temperaturen, welche wesentlich höher als seine Bluttemperatur liegen, mit vollkommenem Wohlbefinden leben, wenn Gelegenheit zu reichlicher Wasserdampfabgabe gegeben ist (Wüstenklima). Durch die reichliche Entwickelung von Schweißdrüsen nimmt der Mensch eine ganz exceptionelle Stellung ein. Es wird angegeben (Rohlfs), dass beim Aufenthalt in trockener Wüstenluft bis zu 11 Liter Wasser täglich getrunken — und wohl zum großen Theile zur Schweißbildung verwendet werden und wir begreifen auch, wie unter solchen Umständen dann selbst intensive Arbeitsleistungen möglich sind.

Für 10 bis 20 Minuten vermag der Mensch, allerdings unter Erhöhung seiner Eigentemperatur, in einem Raum von 107° C. (Dobson, Blagdon) zu verbleiben.

Jede Arbeitsleistung vermindert die obere Grenze, bis zu welcher der Mensch die Erhöhung der Lufttemperatur erträgt. Während ein Ruhender noch bei 53° sich aufhalten kann, wobei freilich die Eigentemperatur von 37·5° auf 40° steigt, ist die Grenze bei kräftiger Arbeit wesentlich niedriger, da der Arbeitende, um die gleiche Blutwärme mit dem Ruhenden zu bewahren — nur bis 38° C. zu ertragen im Stande ist (Stapff).

Wenn durch die Behinderung der Wärmeabgabe die Eigentemperatur steigt, so kann sich ein neuer Gleichgewichtszustand, z. B. für die Bluttemperatur 40 oder 41° ausbilden. Man nimmt an, die Eigentemperatur bei Arbeitsleistung dürfte höchstens auf 42° steigen, da dabei die Pulsfrequenz bereits 187 Schläge pro Minute beträgt (Stapff). Nur wenige Stunden des Tages vermag man bei vollkommen nacktem Körper unter solchen Verhältnissen zu arbeiten (Tunnelbau).

Eine starke Erhitzung des Körpers erzeugt die Bestrahlung durch die Sonne, namentlich bei bedeutendem Hochstand, wie in den Tropen, oder bei geringer Absorption der Sonnenstrahlung, wie auf den Bergen.

Aber auch die Quantitäten, welche in unserem Klima den Körper treffen können, sind sehr beträchtlich, zwischen 1·6 bis 0·4 Calorien pro cm^2 und 1 Minute, für Flächen mit verticalem Einfall der Sonnenstrahlen und an heiteren Tagen.

Die einzelnen Körpertheile sind verschieden gefährdet, weil ihre Lage zur Richtung der Sonnenstrahlen eine verschiedene ist; für lothrechte Flächen dürfte der Wärmezuwachs durch die Bestrahlung bei vollkommener Absorption der Strahlen durch die Haut zu 0·7 bis 0·4 cal. in 1 Minute und für 1 cm^2 anzunehmen sein. Diese Menge ist noch immer sehr groß, da nach directen Versuchen an unbekleideten Stellen des Körpers bei Zimmertemperatur von 1 cm^2 Haut nur 0·14 cal. in der Minute ausgestrahlt werden (Rubner) und an bekleideten Stellen die Wärmemenge kaum ein Drittel dieses Wertes beträgt. Gemildert wird der Einfluss der strahlenden Wärme dadurch, dass wir stets die eine Körperhälfte für die Wärmeabgabe noch zur Verfügung haben, dass ein Theil der Wärme durch Luftberührung, Ausstrahlung und Wasserverdampfung gebunden, ferner von der Haut und hellen Kleidungsstoffen ein Theil reflectiert wird.

Die Erhitzung der Haut unter der Bestrahlung durch die Sonne erzeugt intensive Röthung (Erythema solare) und allmählich ein Dunkeln der Haut; nicht selten aber Abschuppung der Haut in größerem Umfange.

Nur ein Theil der Sonnenstrahlen dringt in die Haut ein, ein großer Theil wird auch bei verticalem Auffall reflectiert. Mit Hilfe einer (zu quantitativen Bestimmungen nach absolutem Maße besonders eingerichteten) Thermosäule wurde gefunden, dass die Gesichtshaut die Wärme empfindet, wenn von einer Gaslampe

0·036 cal. pro Minute auf den cm^2 Hautfläche fallen;
0·059 „ „ „ „ „ „ sind bereits lästig,
0·115 „ „ „ sind in hohem Grade belästigend (Rubner).

Wird die Wärmeabgabe so weit gehemmt, dass ein Ansteigen der Eigenwärme die Folge ist, so treten bedrohliche Erscheinungen, die man entweder als Sonnenstich, Hitzschlag oder als Wärmeschlag zu bezeichnen pflegt, schließlich der Tod ein.

Die durch die Überhitzung Gefährdeten klagen zuerst über Durst; die Haut ist trocken, Kopfschmerz und Beklemmung vorhanden. Das Gesicht ist geröthet und gedunsen, die Augen glänzend, der Athem forciert bei offenem Munde, die Stimme klanglos und heiser. Ohrensausen und Flimmern vor den Augen quälen den Betroffenen, die unsicheren Füße versagen den Dienst. Er stürzt zu Boden und es kann unter Umständen nach kurzer Zeit der Tod eintreten.

Aber nicht immer bedarf es zu einer tödtlichen Wärmestauung der directen Bestrahlung, auch bei bedecktem Himmel können solche Unglücksfälle erfolgen (Wärme- und Hitzschlag).

Je dichter die Bekleidung, je intensiver die Arbeit, je geringer die Schweißmenge, welche der Mensch produciert oder abgeben kann, desto

leichter tritt der Hitzschlag ein. Also z. B. bei schwüler, d. h. wasserdampfreicher Luft, bei Soldaten mit geschlossener Kleidung, oder wenn dieselben geschlossen marschieren und allseitig in ihrer Wärmeabgabe gehemmt werden. Nicht selten ist auch das Verbot des Wassertrinkens mit anzuschuldigen; versiegt die Schweißbildung, dann nimmt die Überwärmung des Körpers rapid zu.

Schon bei 19 bis 21° Lufttemperatur kommen Hitzschlagfälle zur Beobachtung. In den Tropen werden bei feuchter Luft auch Ruhende vom Hitzschlag betroffen.

Abkühlung.

Während wir Mittel genug besitzen, um bei äußerer Kälte unsere Wohnräume warm zu halten, ist die Zahl der Behelfe, durch welche wir an heißen Tagen unsere Aufenthaltsräume entsprechend abkühlen können, eine kleine.

Den meisten Erfolg in Erniedrigung der Temperatur erzielen noch gewisse Einrichtungen, welche man gleichzeitig mit vorhandenen Ventilationsapparaten in Thätigkeit bringt.

So pflegt man für die Sommerventilation die Luft, ehe sie in die zu ventilierenden Räume geleitet wird, im Keller besonders abzukühlen. Meist aber muss man zu complicierten Mitteln greifen.

Man benützt zunächst den physikalischen Grundsatz, das Wärme gebunden wird, wenn ein Körper aus dem flüssigen in den luftförmigen Agregatszustand übergeht und lässt daher den Luftstrom zum Zwecke der Abkühlung durch einen Wasserschleier streichen. Es wird hiebei das Wasser in Form eines feinen Strahles oder völlig zerstäubt mit der in die Localitäten zuzuleitenden Luft in möglichst innige Berührung gebracht. Dieses Verfahren hat aber das Missliche, dass hiedurch die Luft einen sehr hohen relativen Feuchtigkeitsgrad annimmt.

Es ist deshalb weit vortheilhafter, die Wasserkälte auf dünnwandige Eisenrohrapparate zu übertragen, die lang gestreckt in den Luftcanälen liegen und von dem Luftstrom bespült werden.

Sehr wirksam, aber kostspielig ist die Abkühlung mit Hilfe der Windhausenschen Kälte-Erzeugungsmaschine, die in neuerer Zeit häufig bei der Ventilation von Schiffen in tropischen Gewässern angewendet worden ist. Mit dieser Maschine comprimiert man in besonderen Cylindern die Luft, welche sich infolge dessen sehr stark erhitzt, nimmt alsdann mit Wasser eine Abkühlung derselben bis ungefähr + 20° C. vor und hebt, wenn dies erreicht ist, die Luftcompression auf. Infolge der Ausdehnung tritt die umgekehrte Erscheinung ein, wie bei der Compression; die Luft kühlt sich ab und ist alsdann mit der Außenluft in dem Verhältniss zu mischen, dass die gewünschte Temperatur erzielt wird. Auf diese Weise hat man bei großer Hitze die Luft bis auf — 40° C. abgekühlt und dann mit der Außenluft gemischt.

Viertes Capitel.

Hautpflege.

Zu den Mitteln, durch welche die Gefahren excessiver Temperaturen, wenigstens indirect, abgeschwächt werden können, muss auch die rationelle Pflege der Haut gezählt werden.

Es ist bereits erörtert worden, dass die Haut das wichtigste Organ für die Regulierung der Körperwärme unter verschiedenen äußeren Verhältnissen ist. Es wäre demnach Unrecht, wollte man alle Aufmerksamkeit nur der wärmespendenden Wohnung, Heizung, Kleidung zuwenden, die Pflege der Haut aber darüber vernachlässigen. Nur bei sorgsamer Hautpflege kann die Haut ihre wichtigen, physiologischen Aufgaben erfüllen.

Den Stoffen, die von den Schweißdrüssen ausgeschieden werden und die außer den flüchtigen Substanzen aus Epithelien, aus Salzen und Fettsäuren u. s. w. bestehen, mischen sich fortwährend Staubtheilchen bei und bilden im Verein mit den ersteren einen Belag auf der Haut, der zu mannigfachen Erkrankungen der Haut parasitärer Natur, auch wohl, bei Entstehung von Verletzungen, zur Selbstinfection führen könnte und ein Hindernis für die normale Temperaturempfindung werden müsste.

Wir entfernen diese Stoffe zunächst durch häufigen Wechsel unserer Leibwäsche. Die Wäsche nimmt fortwährend einen Theil der flüssigen Hautausscheidung auf. Indem wir die Wäsche wechseln, beseitigen wir außer den sich fortwährend abschuppenden Oberhautzellen fäulnisfähige Materialien aus der unmittelbaren Nähe unseres Körpers.

Ein weiteres Mittel zur Reinhaltung der Haut ist das warme Bad, dessen Wirkung durch Zusatz von Seife noch verstärkt werden kann. Außer der Reinigung wirkt ein warmes Bad noch insofern wohlthätig, als es das Blut in vermehrtem Maße nach der Haut strömen lässt, die inneren Organe, besonders die Muskeln, entlastet. Nach anstrengender Arbeit oder weiten Märschen ist ein warmes Bad im Stande, das Gefühl der Ermüdung sofort zu bannen und neues Kraftgefühl zu wecken.

Um jenem aber, dessen Muskeln nicht durch Arbeit ermüdet sind, oder dessen Körper überhaupt wenig zu Muskelanstrengungen und Übungen Gelegenheit hat, frisch und kräftig zu erhalten, gibt es kein mächtigeres Mittel, als den regelmäßigen Gebrauch des kalten Wassers, mag dieses als sogenannte kalte Waschung und Abreibung oder als kaltes Bad zur Anwendung kommen.

Baden und Schwimmen wirkt noch günstiger. Der starke Nervenreiz, den das kalte Wasser an und für sich auf den Körper ausübt, regt, in Verbindung mit den beim Schwimmen nöthigen tiefen Athemzügen und kräftigen Muskelactionen, den Stoffverbrauch mächtig an und steigert die Wirkung des Bades.

Schwimmanstalten zum Unterricht und zur Übung sind also ganz besonders der Gesundheit förderlich, wenn man auch von dem Zwecke der Hautreinigung absieht. Sie fügen die Körperbewegung mit ihrem Einfluss auf Muskelkraft und Gewandtheit noch den Wirkungen des Reinigungsbades hinzu. Auch die Mädchen und Frauen sollten an der Wohlthat der Fluss- und Schwimmbäder theilnehmen.

Die Eröffnung von Volksbädern, die Anweisung von Badeplätzen für die Jugend sind Forderungen, denen sich kein Gemeinwesen entziehen sollte.

Noch nöthiger erscheint aber die Errichtung öffentlicher Badeanstalten, in denen auch der armen Bevölkerung die Wohlthat eines warmen Bades um einen sehr geringeren Preis zugänglich ist.

Fabriksleute und Arbeiter, welche den ganzen Tag in einer verdorbenen oder mit Staubtheilchen erfüllten Luft athmen müssen, bekommen durch kein anderes uns bekanntes Mittel ein so gutes Correctiv als durch zeitweisen Badegebrauch. Auch alle jene Arbeiter, welche jähe Temperatursprünge auszuhalten, Schweiß hervorrufende Arbeiten vorzunehmen haben, finden im Bade Erholung und Abhilfe.

„Die Reinlichkeit des Leibes", sagt Lehmann, „führt zu Reinlichkeit der Bekleidung, der Nahrung, des Lagers und der Wohnstätten. Sie befördert die Behaglichkeit des Hauses und dadurch die Häuslich-

keit. Die Häuslichkeit ist wiederum Stütze der Sparsamkeit, des Familienfriedens und der Erziehung der Kinder und nebenher wächst durch Erhaltung und Sparsamkeit der Besitz der Familie. Die reinliche Persönlichkeit wird anständiger, zur Sittlichkeit leichter geneigt und von manchen Rohheiten abgehalten." „Der Trieb der Reinlichkeit," sagt Lotze, „bezeichnet überall den Anfang der Cultur oder doch ein glückliches Naturell, das ihrer Gründung günstig zu sein verspricht; unerträglich wird der Schmutz nur den Culturvölkern, welche an ihrem Körper dieselbe Sauberkeit und formelle Strenge lieben, die sie ihren Unternehmungen und Lebensumgebungen mittheilen."

Es könnte nach dieser Richtung weit mehr geschehen, als man bisher zu thun pflegte, denn die wenigsten Städte dürften sich rühmen können, Badeanstalten zu besitzen, die an Zahl, Lage und Einrichtung dem Bedürfnisse der Bevölkerung entsprechen.

Die Wassermenge, die man zu einem bequemen Wannenbade für Erwachsene braucht, wird durchschnittlich mit 300 *l* angenommen. Beim Baden in Bassins rechnet man für jeden Erwachsenen mindestens 1 Quadratmeter Flächenraum.

Eine ganz besonders schwierige Aufgabe ist es, Badezellen für warme Bäder trocken und geruchfrei zu halten. Der Wasserdampf schlägt sich an den Wänden nieder; von diesen fällt etwa vorhandener Kalkmörtelverputz leicht ab, Holzwerk fault und wird riechend. Starke Ventilation außerhalb der Badezeit, Cementierung der Wände, Pflasterung des Bodens mit wasserundurchlässigem Material sind die Vorbauungsmittel in dieser Beziehung.

Als Material für die Wannen hat sich wohl am besten glasierter Thon bewährt. Vielfache Verwendung finden auch Wannen aus weiß glasiertem Gusseisen, aus dickem Zinkblech, Kupfer, Cement und Holz. Doch ist namentlich letzteres Material nicht so reinlich im Aussehen zu erhalten, wie Wannen aus Metall, Thon oder Cement. Außer Wannenbädern sollten die Volks- und städtischen Badeanstalten mit Schwimmhallen ausgestattet sein, die so eingerichtet sind, dass sie Sommer und Winter, überhaupt jeden Tag des Jahres benützt werden können. Das Bassinwasser muss während der Badestunden kräftig und continuierlich zufließen, gleichmäßig (22° C.) temperiert sein und möglichst oft erneuert werden. Die Halle muss entsprechende Temperatur und Ventilation haben.

Der Badende hat manche Vorsichten zu beachten. Es ist gefährlich, ein Bad zu nehmen unmittelbar nach Arbeitsanstrengungen, bei erhitztem Körper und wichtig ist weiter, dass jeder Badende mit der Wirkung verschiedener Badeformen genügend vertraut ist.

Kalte Vollbäder unter einer Temperatur von 16° C. kühlen zu sehr ab; selbst letztere sollten wegen ihrer niedrigen Temperatur nur kurze Zeit (4—5 Minuten) angewendet werden. Ein Wasserbad kann man als kühl bezeichnen, wenn es eine Temperatur von 22 bis 24° C. aufweist, als lau, wenn es 24° bis 30°, als sehr warm, wenn es 35° zeigt. Das kalte Bad empfiehlt sich für Gesunde und Erwachsene, das laue für Kinder und zarte Frauen, das warme für ältere Leute. die Wirkung des Wassers wird erhöht durch die Douche, wobei das Wasser in Form von Regen herabfällt. Ebenso steigert sich der Reiz der Haut, wenn im Wellenbade ein sich wälzendes Schaufelrad eine heftige Wasserbewegung des Bades erzeugt.

Bei der schottischen Douche trifft den Badenden abwechselnd ein heißer und kalter Wasserstrahl.

Beim russischen Dampfbad befindet sich der Badende zuerst in einem Raum, dessen Atmosphäre aus heißem (bis 60°) Wasserdampf besteht und in dem er sich 5—10 Minuten, horizontal auf dem Boden liegend, aufhält, um gleich darauf ein kaltes Bad zu nehmen.

Von der russischen Badeform unterscheidet sich die römische (irische) dadurch, dass heiße, trockene Luft den Wasserdampf ersetzt und mehrere Badeeinrichtungen (Frigidarium, Calidarium, Sudatorium, Cella media, Lavacrum) zur Benutzung kommen; außerdem besteht ein wesentlicher Theil derselben noch in einer methodischen Massage. Die russischen Dampfbäder oder die irischen Luftbäder bewirken eine noch stärkere Reinigung und Röthung der Haut und eine intensivere Badewirkung, als die gewöhnlichen Fluss- und Wannenbäder, allein nicht jeder verträgt das russische oder irische Bad ohne Folgen. Es ist wiederholt vorgekommen, dass Herzleidende, Emphysematiker und Personen mit apoplektischem Habitus im Dampf- oder Luftbade plötzlichen Todes starben oder eine Verschlimmerung ihres Leidens davontrugen.

Die Seebäder wirken durch die beständige Bewegung der Wogen und den Anprall des Wassers, endlich durch die Temperatur des Bades im Verein mit den darin vorgenommenen Schwimmbewegungen und Leibesübungen im Allgemeinen wie ein kühles Bad.

Eine besondere Wichtigkeit kommt den Bädern in heißen Klimaten zu. Die Haut ist übermäßig in Anspruch genommen und erkrankt leicht, der Reinlichkeit, der Haut wird daher in den Tropen auch von dem Ärmsten mehr Interesse zugewendet als bei uns.

Aber nicht nur als Hautpflegemittel ist das Bad zu betrachten, sondern namentlich als Kühlungsmittel. Wasser von einer Temperatur, die wenige Grade unter der Bluttemperatur bleibt, kann, namentlich wenn es in Bewegung ist, immer noch reichlich Wärme aufnehmen. Man darf schätzungsweise annehmen, ein Bad entziehe ungefähr das Vierfache an Wärme, wie die Luft bei der nämlichen Temperatur.

Literatur: Hann, Klimatologie. Wien 1883. Jelinek, Anleitung zur Anstellung meteorolog. Beobachtungen. Wien 1876. — Rosenthal, Art. thierische Wärme, in Hermanns Handb. der Physiol. IV a. — Rubner, Calorimetrische Untersuchungen, Zeitsch. f. Biol. XXI.

Über Kleidung v. Pettenkofer Zeitsch. f. Biol. Bd. I. — Krieger ibd. Bd. V: — Linroth ibd Bd. XVII. — Schuster, Archiv. f. Hygiene Bd. VIII. Rumpel ibd. Bd IX. — Péclet, Traité de la chaleur, Paris 1861. — Braun, Balneotherapie. — Winternitz, Hydrotherapie, Wien 1877.

Dritter Abschnitt.

Der Boden.

Erstes Capitel.

Die Zusammensetzung des Bodens.

Ehe die Erdoberfläche die heutige Gestalt erhielt, hat sie in ungemessenen Zeiträumen die verschiedenartigsten Umwälzungen durch Ursachen, deren Wirken auch heute noch sich erkennen lässt, erfahren.

Die erste feste Rinde war jene erstarrte Schmelze, aus deren Fluss einst die Erde bestand; doch sind später noch, wie heute, Ausbrüche geschmolzener Massen aus Vulcanen erfolgt (plutonische Gesteine: Granite, Syenite, Grünstein, Porphyre, Melaphyre, Trachyte, Basalte). Aber bald nach dem Entstehen festen Bodens haben fortdauernd diesen zersetzende und durch die Zersetzung zugleich neu bildende Kräfte sich geltend gemacht.

Erhitzen und Abkühlen der Gesteine, im Wechsel von Tag und Nacht, zersplittern nach Farbe und Gesteinsart verschieden rasch die festen Massen, und das Wasser hat in unmessbaren Zeiträumen ungeheure Wirkungen erzeugt, theils mechanisch, indem es als Bergstrom, durch den Fall verstärkt, die lockere Gesteinsmasse in die Tiefe riss, oder durch Änderung des Aggregatzustandes, indem es die durchtränkten Massen beim Gefrieren zersprengte und zerklüftete, theils chemisch durch Zersetzung mit Lösung der Gesteine.

Es führt das Wasser den feingeriebenen Schlamm oder gröbere Felsmassen mit sich, um sie, wenn die treibende Kraft erschöpft ist, abzusetzen, und, indem die Partikelchen aufs Neue sich verbinden, Schichtgesteine zu bilden.

Als die Erdkruste das taugliche Klima für die Entwickelung der Pflanzen und Thiere gewonnen, da war in diesen organischen Wesen aufs Neue nicht nur eine wichtige umgestaltende Kraft gegeben, sondern die Reste der Pflanzen und Thierleiber traten sogar als neue Formationen auf.

Die Gesteine, deren Material sich als Bodensatz aus dem Wasser abgelagert hatte und die in Folge davon geschichtet sind, nennt man Absatz- und Sedimentgesteine. Unter diesen werden jene, welche

durch mechanische Wirkung des Wassers, durch Fortschaffung und endliche Ablagerung des fortgeschafften Materials in der Form von Gerölle, Sand und Schlamm entstanden, klastische Gesteine genannt.

Die Gesteine, welche als chemische Niederschläge aus Wasser sich gebildet haben, zeigen eine krystallinische Structur: Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Thonglimmerschiefer, Kieselschiefer, Urkalk, krystallinischer Magnesit, Graphit, Gips.

Zu den klastischen Gesteinen gehören die Conglomerate, aus abgerundeten Geschieben oder Geröllen bestehende, durch ein Bindemittel verbundene Gesteine, dann die Gruppe der Sand- und Thongesteine, der vulcanischen und losen Trümmergesteine, das Gerölle, Geschiebe und Sand. Die Sandsteine bezeichnet man nach der Formation, in welcher sie vorkommen, als Molasse-, Kreide-, Quadersandstein, Keuper-, Bunt-, Rothliegendsandstein.

Die Thongesteine, aus thonigem Schlamm entstanden, unterscheidet man nach dem Grade der Erhärtung in Thonschiefer (hart, steinartig, schiefrig), Schieferthon (weniger schiefrig, an der Luft zerfallend), Thon, Tegel (plastisch), Löss (kalkhaltiger Thon), Mergel (Gemenge von Thon mit kohlensauren Erdalkalien).

Trotz dieser Mannigfaltigkeit des Ursprungs der Gesteine und der Mannigfaltigkeit der umbildenden Einflüsse sind es nur wenige als „Mineralien“ bezeichnete chemische Verbindungen, welche in dem natürlich vorkommenden Gesteine sich finden und eine relativ sehr geringe Anzahl von Elementen betheiligt sich an dem Aufbau. Vor Allem finden sich freie Kieselsäure oder deren Natron-, Kali-, Kalk-, Magnesia-, Eisen- und Thonerdeverbindungen (Quarz, Feldspathe, Glimmer, Hornblende, Olivin, Serpentin, Talkerde) Verbindungen der Kohlensäure mit Kalk und Magnesia (Kalkspath, Magnesit), der Schwefelsäure mit Kalk (Gyps), der Phosphorsäure, mit Kalk im Apatit u. s. w. Durch Mengung dieser einzelnen Mineralien entstehen dann die manigfachsten Schwankungen in der Zusammensetzung, wie sie die natürlichen vorkommenden Gesteine zeigen.

Der Boden, wie er jetzt zu Tage tritt, hat an den verschiedenen Stellen der Erde eine äußerst wechselnde Zusammensetzung. Diese ist dann nicht ohne Rückwirkung auf die Entwickelung der Pflanzen und auf die Zusammensetzung des Quellwassers und der Flüsse geblieben, aber fast wichtiger sind die physikalischen Eigenschaften der oberen Bodenschichten, wenn es sich um die Betrachtung der gesundheitlichen Verhältnisse handelt.

Der Boden kann als nackte, compacte Felsmasse auftreten oder es findet über dem festen Gestein eine Überlagerung mit Sand und Gerölle statt, das an Ort und Stelle entstanden oder durch die Flüsse angeschwemmt sein kann, oder endlich trifft man Gerölle und Sand von einer Pflanzendecke überwuchert.

Die Verwitterung des Bodens.

Im allgemeinen ist der Aufenthalt des Menschen ziemlich strenge mit dem Boden verknüpft, der der Pflanze gleichfalls als Wuchsplatz dienen kann; wo Pflanzenwachsthum fehlt, da ist selten eine dauernde Stätte für den Menschen.

Da nun auf glattem Fels ein Fortkommen für die Pflanze unmöglich ist, werden wir uns fragen müssen, durch welche Umstände und Einwirkungen allgemach jene Eigenschaften entstehen, welche als Existenzbedingungen der Pflanzenwelt mit anzusehen sind.

Bei dem Entstehen der sogenannten Ackerkrume helfen eine Reihe von Einflüssen mit, welche zum Theil schon eingangs erwähnt worden waren; der Wechsel von Hitze und Kälte, das Eindringen des Wassers und das Gefrieren und Zerspringen der Steine; aber die Verwitterung und vollständige Zerkleinerung des Materials ist noch in weit höherem Maße von chemischen Kräften, von der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs, und von der Kohlensäure bei Gegenwart von Wasser abhängig.

Eisenoxydulhaltige Felsarten, wie Basalt und Thonschiefer, zerbröckeln an der Luft durch Bildung von Eisenoxydsalzen, Schwefelkies und Magnetkies bilden schwefelsaure Salze. Noch wichtiger aber wegen der neu entstehenden Producte ist das Aufschließen der Silicate. Feldspath, Basalt, Thonschiefer, Porphyr sind Gemenge von Kieselsäure mit Thonerde, Kalk, Kali, Natron und mit Eisen- und Manganoxydul. Nun wird die Kieselsäure leicht durch die Kohlensäure aus ihren Verbindungen ausgetrieben.

Ein Theil derselben bleibt als Quarzkörnchen (Sand) zurück, ein anderer wird gelöst und mit Wasser fortgeführt, Kali und Natron an Kohlensäure gebunden und es hinterbleibt in der Regel nur die kieselsaure Thonerde (Porzellanerde), häufig etwas kalihaltig (Lehm). Die beiden letzteren sind ein für Wasser fast undurchgängiges Material.

Die zerkleinerte, verwitterte Masse — Sand oder Gerölle — besitzt nun die für das Pflanzenwachsthum nothwendigsten Bedingungen; der auffallende Regen oder Thau wird längere Zeit in den Spaltenräumen zurückgehalten, zugleich mit den Pflanzennährstoffen, welche er mit aus der Atmosphäre bringt — denn Ammoniak, Nitrate und Nitrite und die bei der Verwitterung erzeugten löslichen Salze liefern wichtige, zum Aufbau der Pflanze nothwendige Materialien.

Haben sich aber einmal Pflanzen entwickelt, so mehren die absterbenden Pflanzen, untermischt mit Thierleichen, die oberste deckende Schicht und die günstigen Bedingungen für den Pflanzenwuchs; die Erde bedeckt sich mit Humus.

Die Entwickelung einer Pflanzendecke prägt der Landschaft einen neuen, das Wohlbefinden des Menschen fördernden Charakter auf. Nicht die Ackerkrume allein ist es, weil sie den Unterhalt und die Nahrungsstoffe für den Menschen hervorbringt, und nicht der Wald, weil er eine Mitbedingung eines höheren Culturzustandes ist, aber beide zusammen üben einen, vielfach zu gering angeschlagenen Einfluss auf Gemüthsstimmungen aus; ja vielfach müssen die Charakterentwickelung des Einzelnen, wie der Culturzustand der Gesammtheit als solche Rückwirkungen aufgefasst werden.

Ein bestimmtes Klima und ein bestimmter Boden wird stets in Fauna und Flora an bestimmte Grenzen gehalten werden, aber trotzdem wird die Entwickelung der Pflanzen, namentlich die Bewaldung, wieder zurück auf klimatische Verhältnisse, auf den Wasserreichthum und Quellenreichthum einer Gegend.

Auch der Mensch hat, seitdem er die Erde bewohnt, an vielen Orten mächtige Umbildungen des Bodens bewirkt. Abgesehen von den Bodenumformungen, welche seine landwirthschaftliche Thätigkeit erzeugt hat, kommt hauptsächlich der sogenannte Füllboden oder aufgeschüttete Bodeu in Betracht.

Über diesen Füllboden belehren wir uns am besten, wenn wir das Terrain besehen, auf dem in längstvergangener Zeit große Städte standen. Das alte Rom ist gegenwärtig nicht mehr zu erkennen. Die früheren Thäler zwischen den sieben Hügel sind zum Theil ausgefüllt und ihre Stelle nehmen Aufschüttungen ein. Man staunt, wenn man die Ausgrabungen des Forums betritt und Schuttwände bis 13 *m* Höhe antrifft.

Überall, wo freie Plätze, Gärten und Gebäude vernachlässigt wurden, wo Verwüstungen von Städten vorgekommen sind, liegen die Schwellen und Sockel der alten Gebäude oft tief unter der jetzigen Oberfläche.

Die Bodentemperatur.

Wir haben schon oben S. 49 auf die Wichtigkeit der Bodentemperatur, von welcher die Lufttemperatur großentheils abhängig ist, aufmerksam gemacht. Die Temperatur der Bodenoberfläche ist außer von der Wärmemenge, welche die Sonne zusendet, abhängig von dem Neigungswinkel des Bodens und von der Richtung der geneigten Fläche (Nord-, Ost-, West- und Südseite), von der Farbe, welche bekanntlich auch mit der Durchfeuchtung wechselt, und von der specifischen Wärme des Bodens; letztere hängt wieder von dem Luftgehalte und dem Feuchtigkeitsgrade das Bodens und der Natur des Gesteines ab.

Trockener Moor und Thonboden haben, auf Volumina bezogen, nur eine specifische Wärme von 0·1 bis 0·3, jene des Wassers = 1 gesetzt; die höchsten Werthe finden sich für Granit und Tertiärsand 0·4 bis 0·5 (Liebenberg). Die Bodentemperatur an der Oberfläche ist während der Besonnung höher als die Lufttemperatur.

Eine Eigentemperatur des Bodens etwa durch die in demselben verlaufenden Zersetzungs- und Oxydationsprocesse lässt sich nur in seltenen Fällen beobachten.

In der äußersten Bodenschicht finden täglich bedeutende Wärmeschwankungen statt, je tiefer in dem Boden wir aber die Temperaturmessungen anstellen, um so kleinere tägliche Schwankungen finden wir, weil die darüber liegende, die Wärme schlecht leitende Bodenschicht sowohl dem Einstrom, wie dem Abstrom der Wärme hindernd entgegentritt. Die täglichen Schwankungen verlieren sich in 1 *m* Tiefe, endlich dann in bedeutender Tiefe die monatlichen. Soweit die monatlichen Schwankungen vorhanden sind, erkennt man aus nachstehender Tabelle, dass sie zeitlich zur Lufttemperatur und im Vergleiche miteinander bei verschiedener Tiefe verschoben sind. In 6 *m* Tiefe tritt das Maximum der Temperatur z. B. erst im October ein.

	Grundluft in der Tiefe.			Aeußere Luft.
	6 M.	4 M.	2 M.	
Januar	11.30	9.91	6.88	— 3.12
Februar	10.48	8.58	5.30	— 0.34
März	9.81	7.61	5.29	4.35
April	9.36	7.86	10.19	7.08
Mai	9.42	9.07	10.07	10.08
Juni	9.83	10.45	13.28	16.53
Juli	10.50	12.35	16.18	19.47
August	11.54	14.23	18.09	18.45
September	12.30	15.15	17.41	13.12
October	12.75	14.64	14.84	10.68
November	12.64	13.20	11.12	5.07
December	12.01	11.28	8.01	1.41
Jahresmittel	10·99	11·19	11.39	9·08

Untersuchung der Bodentemperatur.

Zur Beobachtung der Bodentemperatur werden in mittelst Erdbohrer gebohrte Löcher von 2 Zoll Durchmesser Zinkröhren eingelassen. Diese Zinkröhren sind fest mit Holz gefüttert. In das untere Ende dieser Röhren werden mittelst Stangen die Thermometer eingeführt. Zur Vermeidung der Lufteirculation im Innern der Röhren sind die Stangen in Entfernung von 2 bis 3 Fuß mit Wülsten von Werg oder Gummi umwickelt. Die Thermometer, in Fünftelgrade getheilt, sind durch Umhüllung der Kugeln mit Werg und Talg unempfindlich gemacht und stehen in dem Rohre in einer $^1/_2$ *m* hohen Glycerinschicht. Das Rohr wird oben durch eine kegelförmige Verdickung der Stange vollständig verschlossen und mit einer Strohdecke versehen. Noch unempfindlicher werden die Thermometer durch Paraffinüberzug; sie weisen die im Boden angenommene Temperatur noch nach 3 Minuten unverändert auf (Pfeiffer).

Die Bodenthermometer haben mancherlei Abänderungen erlitten. Neuerdings werden Röhren aus Hartgummi, welche unten einen kupfernen Stiefel tragen, benützt. In diese Röhren wird ein Thermometer, das an einem Holzstabe befestigt ist, bis in den Kupferstiefel vorgeschoben. Auch Thermoelemente in den Boden einzusenken wird empfohlen (Rosenthal).

Bei dem Vordringen in bedeutende Erdtiefen, wie dies namentlich bei Bergwerken und bei Tunnelbauten, welche durch Gebirgsstöcke getrieben werden (St. Gotthard) beobachtet wird, steigt die Erdwärme. Man darf annehmen, das Jahresmittel der Bodentemperatur sei in 1 *m* Tiefe durchschnittlich um 1° höher, als jenes der Lufttemperatur; von da ab jedoch nimmt für je 30 *m* Tiefenzuwachs die Erdwärme um je 1° C. zu, wenigstens innerhalb jener Tiefen, welche für den Menschen in hygienischer Hinsicht von Interesse sind.

Die Lufträume im Boden und über die Beziehung des Wassers zum Boden.

Da die bei der Verwitterung des Bodens entstandenen Geröll-Kies- und Sandtheilchen sich nicht allseitig berühren, so entstehen Hohlräume. Den Rauminhalt der letzteren nennt man Porenvolum.

Es ist dieses Porenvolum je nach der lockeren oder dichten Lagerung und je nach der Gestalt der Theilchen und je nachdem der Boden

durchwegs aus gleich großen oder aus einem Gemische verschieden großer Theilchen besteht, sehr verschieden.

Unter natürlichen Verhältnissen wurde folgendes Porenvolum gefunden. Von 100 Theilen Boden sind:

in Sandboden	35 bis 43	Procent	Lufträume	(Flügge)
„ Gartenerde	46	„	„	(„)
„ Lehmerde	45	„	„	(Schwarz)
„ Thonerde	53	„	„	(„)
„ Moorboden	84	„	„	(„)

Manchmal verkleben die einzelnen Theilchen eines Bodens an ihren Berührungsstellen miteinander und bilden so z. B. Sandsteine, oder es kann, wie im Winter, ein Zusammenfrieren der Theilchen eintreten. Diese Erhöhung der Festigkeit hat auf das Porenvolum keinen oder wie das Gefrieren einen nur unwesentlichen Einfluss.

Außer dem Porenvolum nehmen die durch die Enge oder Weite der einzelnen Porenräume bedingten Eigenschaften ein gewisses Interesse in Anspruch. Je kleiner die einzelnen, den Boden zusammensetzenden Körnchen, desto enger sind auch die einzelnen Poren; je kleiner die einzelnen Poren desto größer wird die Wandungsfläche des Porenvolums im Verhältniss zum Kubikinhalt des Raumes. Damit treten gewisse von der Oberfläche der Partikelchen ausgehende Kräfte mehr oder minder in den Vordergrund.

Die größere oder geringere Porenweite bedingt einerseits ein leichtes oder erschwertes Durchtreten von Luft durch den Boden (Permeabilität) und hat andererseits Einfluss auf das Filtrationsvermögen des Bodens für staubförmige, der Luft beigemengte Partikelchen. Feste staubförmige Beimengungen der Luft werden beim Strömen durch weitmaschigen Boden schwer, bei engmaschigen leicht zurückgehalten. Am wichtigsten sind aber die Beziehungen der Porenweite zu dem Verhalten des Bodens gegen Wasser.

Bestimmung des Porenvolums.

Das Porenvolum kann bestimmt werden, indem man einem gewissen Volum (1 *l*) von bei 100° C. getrocknetem, durch Klopfen dicht geschichtetem Boden so viel Wasser zusetzt, bis alle Poren ausgefüllt sind. Das verbrauchte Wasservolum zeigt die Porenmenge des zur Untersuchung genommenen Bodenvolums direct an.

Die lufthaltigen Poren füllen sich dabei oft unvollständig. Renk empfiehlt deshalb, das Volum des Bodens vorher zu messen, denselben dann in ein Messgefäss mit Wasser zu schütten, um durch die Zunahme des Wassers das Volum der festen Menge des Bodens zu erkennen.

Flügge bestimmt das Porenvolum, indem er die in den Poren vorhandene Luft durch Kohlensäure austreibt und die Luft in einer mit Kalilauge gefüllten Messröhre misst.

Der Apparat (Fig. 24) besteht aus einem Messingcylinder von 400 bis 500 cm^3 Inhalt. Die beiden Deckel, die je ein durchbohrtes Ansatzloch tragen, sind genau so hoch, dass bei vollständigem Schluss die Deckelplatten unmittelbar auf der inneren Cylinderwand aufliegen; *a b* ist so lang wie *c d*. Das Mittelstück kann aber außerdem mit zwei anderen Ansätzen versehen werden, die beide um 1 *cm* über den inneren Rand herausragen; der eine davon ist offen und zugeschärft, der andere bildet einen Deckel, der oben ein paar Öffnungen (zum Entweichen der Luft) trägt.

Soll Boden zur Untersuchung entnommen werden, so wird der Cylinder zunächst mit den beiden letztgenannten Ansätzen versehen, das zugeschärfte offene Ende auf den Boden aufgesetzt und der Apparat dann durch gleichmäßige Schläge mit einem Holz-

hammer in den Boden eingetrieben, bis letzterer in den Öffnungen des oberen Deckels sichtbar wird. Der Apparat wird nun herausgegraben und dann zuerst der obere Deckel abgenommen. Man ebnet mit einem Spatel die Oberfläche, so dass dieselbe genau mit dem Cylinderrand abschneidet und setzt dann den gehörigen, mit Ansatzrohr versehenen Deckel auf: derselbe wird durch einen Kautschukring luftdicht mit der Röhre verbunden. Der Apparat wird umgekehrt, das untere zugeschärfte Rohr abgenommen, wiederum eine ebene Oberfläche hergestellt und dann auch an diesem Ende in gleicher Art wie früher verschlossen.

Die Deckel müssen vollkommen luftdicht schließen. Man verbindet nun die Röhre mittelst Kautschukschläuchen einerseits mit einem gewöhnlichen Kohlensäure-Entwickelungsapparat und treibt die Luft in das Gasmessrohr. Die Kohlensäure muss luftfrei sein. Man sperrt durch einen Quetschhahn bei (*a*) ab: dann öffnet man den Hahn des Kohlensäure-Apparates und lässt die im Apparat, in der Wasserflasche und in den Gasröhren enthaltene Luft durch die entwickelte Kohlensäure mittelst Einschaltung eines T-Stückes bei *b* austreiben.

In dem Gasmessrohr wird die CO_2 absorbiert; die Luft bleibt zurück. Die Raschheit der Absorption wird durch Schütteln beschleunigt. Die Luft muss auf die Temperatur des Bodens berechnet werden.

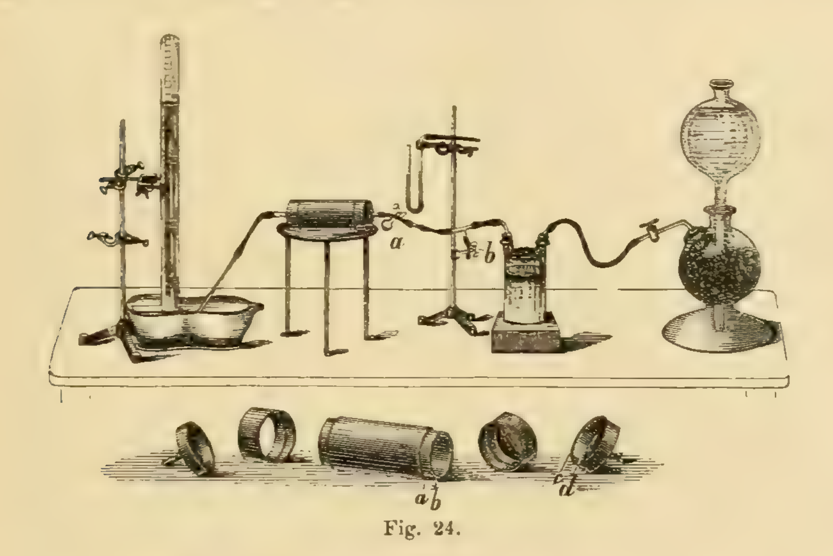


Fig. 24.

Die in dem Boden vorhandenen Hohlräume können eine je nach dem Porenvolum wechselnde Menge Wassers aufnehmen (größte Wassercapacität), namentlich beim Zutreten des Wassers von unten (Grundwasser) füllen sich die Hohlräume, weil die Luft dabei besser als bei der Füllung von oben (Regen) entweichen kann, sehr vollständig (Renk). In manchen Fällen, wie bei Thon und Torferde, treten durch das Wasser wesentliche Veränderungen — Quellungserscheinungen — auf, gleichzeitig mit nahezu völligem Verschluss der Poren.

Lässt man aus einem mit Wasser vollkommen durchdrängten Boden das Wasser möglichst ablaufen, so bleibt je nach der Porenweite eine sehr verschiedene Wassermenge zurück. Sieht man von der bei quellenden Bodensorten festeren Bindung des Wassers ab, so ist das Zurückhalten von Wasser dadurch hervorgerufen, dass letzteres in die feinsten Poren der Gesteinsmasse eindringt, ferner jedes Körnchen an der Oberfläche mit einer Wasserhülle sich umgibt und in capillaren Räumen Wasser festgehalten wird.

Bei Feinsand bleiben zurück	von	100	Theilen Wasser	65	
„ Mittelsand „	„	„ 100	„ „	47	
„ Grobsand „	„	„ 100	„ „	23	
„ Mittelkies „	„	„ 100	„ „	7	(Renk)

Bei Mittelkies besitzt das Korn 4 bis 7 *mm* im Durchmesser, bei Grobsand 1 bis 2 *mm*, bei Mittelsand 1 bis 0·3 *mm*, und bei Feinsand unter 0·3 *mm*.

Zur Bestimmung der vom Boden zurückgehaltenen Wassermenge, oder wie man es auch nennt, der wasserhaltenden Kraft der Erde, bringt man etwa 200 *g* Boden auf einen Glastrichter, der am unteren Theile des Kegels mit lockerer Baumwolle leicht verschlossen ist, schüttet Wasser darauf, so dass die Erde sich ganz durchnetzen kann, bedeckt den Trichter mit einer Glasscheibe und wägt, nachdem kein Wasser mehr abtropft, einige Löffel der Erde ab. Die Erde wird anfangs bei mäßiger Wärme, später bei 150° C. im Luftbade getrocknet, bis keine Gewichtsabnahme stattfindet. Die Differenz der beiden Wägungen entspricht der Menge von Wasser, welche das bei der zweiten Wägung gefundene Gewicht der trockenen Erde aufgenommen hat.

Je kleiner das einzelne Korn, desto mehr Wasser wird unter vergleichbaren Verhältnissen zurückgehalten (kleinste Wasseraufnahme).

Steht die untere Fläche eines Bodens in dauerndem Contact mit Wasser, so wird durch capillare Wirkung Wasser gehoben, und innerhalb dieses Gebietes findet eine, von der Anzahl der zur Hebung geeigenschafteten Capillaren abhängige, Durchfeuchtung des Bodens statt (capillare Wasseraufnahme). Das Capillarwasser kann, wenn die Durchfeuchtung von unten aufgehört hat, nach aufwärts wandern, füllt aber die Räume nur mehr unvollständig. (Liebenberg.) Die Steighöhe des Capillarwassers kann bis zu 2 *m* betragen. (Orth.) Die kleinste Wasseraufnahme wird von Anderen als absolute oder kleinste Wassercapacität, die capillare Wasseraufnahme als größte oder volle Wassercapacität bezeichnet.

Wenn die Bodensorten an der Luft ausgetrocknet erscheinen, halten sie immer noch hygroskopisches Wasser zurück, welches erst bei 100° oder beim Stehen über concentrierter Schwefelsäure abgegeben wird. Die Bodensorten mit organischen Resten sind hygroskopischer als andere.

Inwieweit das im Boden vorhandene Wasser für die Organismen verwendbar ist, scheint aus Beobachtungen der Pflanzenphysiologen hervorzugehen. Sachs sah, dass Tabakpflanzen in einem Ackerboden welken, wenn er noch 12, im Lehmboden wenn er 8, im Quarzboden wenn er 1·5 Procent seines Gewichtes an Wasser enthält. Diese Verschiedenheiten im Wassergehalt entsprechen dem Gehalt an hygroskopischem Wasser; letzteres ist sonach nicht im Stande zum Lebensunterhalte von Organismen zu dienen. Das beim Quellen des Torfes aufgenommene Imbitionswasser dagegen verhält sich ganz anders; es kann wenigstens für die Pflanzen nutzbar werden.

Die Filtration und das Grundwasser.

Von der Niederschlagsmenge (Regenmenge), welche ein Gebiet erhält, kehrt im Durchschnitt ein Drittel durch Verdunstung sofort in die Atmosphäre zurück, ein zweites Drittel läuft von der Erdoberfläche ab, das dritte sinkt in den Boden ein.

Das Hindurchtreten von Flüssigkeit durch den Boden wird Filtration genannt und ist wesentlich abhängig einerseits von dem Filtrationsdruck, d. h. der Dicke der über dem Boden lastenden Wasserschicht, ferner von der Weite der Poren und der Dicke der zu durchwandernden Bodenschicht.

In manchen Fällen, bei den Thon- und Torfböden schließen sich bei Benetzung mit Wasser die Poren und diese an sich porösen Böden lassen also kein Wasser hindurchtreten. Nachfolgende Tabelle gibt für verschiedene Bodensorten das Porenvolum, die Zahl der capillaren Wasseraufnahme und die Filtrationsgröße für eine Schicht von 10 cm^2 und 10 *cm* Dicke für 24 Stunden. (Schwarz.)

	Porenvolum	Capillare Sattigungs-capacitat in Procenten des Bodenvolums	Filtration in 24 Stunden in Kubikcentimeter	Volumen von 100 cm^3 trockenem Boden nach der Imbition
Moorboden	84	83	1	251
Quarzsand	39	35	5760	100
Lehmboden	45	43	1674	119
Thonboden	53	51	0·7	142

Viele Gesteine lassen Wasser hindurchsickern, z. B. die meisten Sandsteine, dagegen sind Thongesteine im Allgemeinen undurchlässig und wasserdicht.

Auch im natürlichen Boden finden solche Filtrationsvorgänge statt. Überall treffen wir unter der Erdoberfläche in geringerer oder größerer Tiefe eine für Wasser impermeable Schicht aus Gestein, Thon, Letten oder Lehm, auf welcher sich das durchgesickerte und durchfiltrierte Wasser, die Poren des Bodens ausfüllend, ansammelt. Das Wasser wird Grundwasser benannt und findet sich im Boden oft bis zu sehr bedeutender Tiefe. (Pettenkofer.)

Das Grundwasser zeigt in seinem Höhenstande Schwankungen, welche durch den Regenfall veranlasst sind, aber zeitlich nicht unmittelbar demselben folgen, weil der Regen in vielen Fällen nur langsam die bedeutende Dicke des Bodens zu durchsetzen vermag, ehe er am Grundwasserspiegel anlangt. Der Größe des Regenfalles entspricht die Grundwasserschwankung aber auch nicht immer, weil ja die Menge des in den Boden dringenden Wassers noch von mancherlei Umständen, namentlich von der Größe der Verdunstung abhängt.

Das Grundwasser ist der Regel nach nicht stagnierend, sondern bewegt sich ebenso, wie die sichtbaren oberirdischen Bäche und Flüsse dem Gesetze der Schwere folgend, von höher gelegenen den tieferen Stellen zu. Doch ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Grundwasser unterirdisch fließt, von der Durchlässigkeit der wasserführenden Schicht, von der Fallrichtung und Neigung der wasserundurchlässigen Grundwassersohle, sowie von der Höhe des Grundwasserstandes abhängig und selbstverständlich wegen der größeren Reibung eine geringe; sie beträgt in grobkörnigem Diluvialsand 20 bis 28 *m* im Tag (Hess). Die wasserführenden Schichten sind meist Kies, Geröll, Sand, mitunter auch Kreide.

In den Flussthälern zieht in der Regel das Untergrundwasser von den Thalrändern zum Flusse, der den tiefsten Punkt der Thalrinne zu bilden pflegt. (Pettenkofer.) Hierdurch erklärt es sich, warum manche Flüsse auch ohne sichtbare Zuflüsse an Wassermasse zunehmen

können. Die Richtung, welche das Grundwasser bei seinem Fließen zum tiefsten Punkt nimmt, hängt von der Abdachung der wasserdichten Unterlage, auf der es fließt, ab.

Die wasserundurchlässige Schicht, auf welcher das Grundwasser angesammelt ist, zeigt sehr häufig Erhöhungen und Vertiefungen, welche nicht immer der Erdoberfläche parallel gehen (vergleiche z. B. die Verhältnisse von München, Fig. 25.) Senkt sich die wasserundurchlässige Schicht weit unter die Erdoberfläche, so wird man erst bei einer tiefen Bohrung auf Grundwasser kommen. Es wird also begreiflich, dass man selbst in dem Falle, dass der Grundwasserspiegel ein vollkommen horizontaler wäre, bei den wechselnden Niveauverhältnissen der Bodenoberfläche nicht in gleicher Tiefe auf Grundwasser stößt.

Profil über die Höhenlage der wasserundurchlassenden tertiären Schicht und den Grundwasserstand Mitte August 1875.

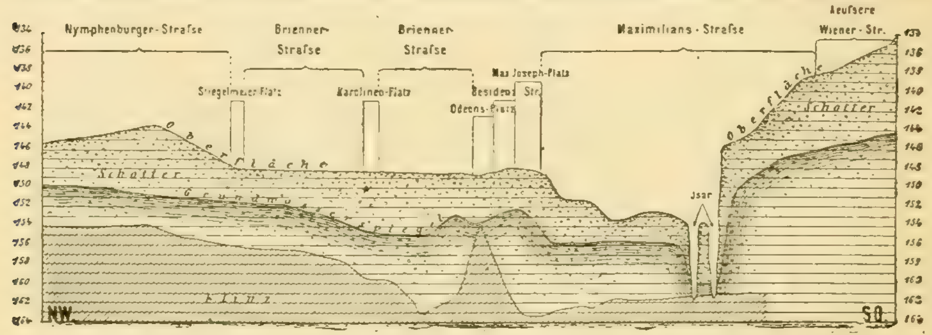


Fig. 25.

Die Faltungen und Erhebungen, welche die wasserundurchlässige Schicht stellenweise bildet, müssen begreiflicherweise auf die Geschwindigkeit, mit der sich das Grundwasser zu dem Flusse oder überhaupt zu dem tiefsten Punkte bewegt, von Einfluss sein. Es kann angenommen werden, dass das Grundwasser durch unterirdische Erhöhungen Aufstauungen erfährt, in muldenförmigen Vertiefungen sich teichartig ansammelt und unter diesen Verhältnissen langsam sich bewegt, während es auf stark geneigten Stellen mit großer Geschwindigkeit weiterströmt. Beim Sinken des Grundwassers werden namentlich die Ränder und viele Erhöhuugen des Grundwasserbodens, über welche es bei hohem Stande ungehindert hinwegfließt, trockengelegt, während in muldenförmigen Vertiefungen der Boden noch immer Wasser führt.

Unter gewissen zeitlichen und örtlichen Verhältnissen wird die sonst regelmäßige Strömungsrichtung des Grundwassers nach dem Flusse geändert, nämlich wenn bei Hochwasser der Fluss rascher als das Grundwasser über seinen gewöhnlichen Stand steigt. Die große Wassermasse des Flusses wirkt stauend auf das Grundwasser, dessen Abfluss in den Fluss dann gehemmt oder gänzlich aufgehoben wird. Sind die Flussufer flach und wächst der Druck des Flusswassers, so wird der Widerstand, welchen Kies und Grundwasser entgegensetzten, überwunden und Flusswasser bricht in den Boden und das Grundwasser ein.

Zum Messen der Höhe des Grundwassers dient der Pettenkofer'sche Grundwassermesser.

Dieser in Fig. 26 und 27 skizzierte Apparat besteht aus einem Schwimmer (*a*), verbunden mit einem, über eine Rolle laufenden gefirnissten Messbande oder Messkette (*b*), an dessen Ende sich ein Gegengewicht (*c*) befindet. Der Schwimmer ist ein Hohlgefäße aus verzinktem Eisenblech, welches in der Weise tariert werden muss, dass bei gleichzeitiger Wirkung des Gegengewichtes der Schwimmer bis zur Mitte des cylindrischen Theiles eintaucht. Die Rolle wird von einem eisernen Ständer getragen. Der (bei *d*) angebrachte Zeiger weist auf den Theilstrich des Messbandes, welcher die Höhe des Grundwassers angibt und abgelesen werden soll. Rolle und Zeiger schützt ein Gehäuse von Eisenblech gegen Beschädigung.

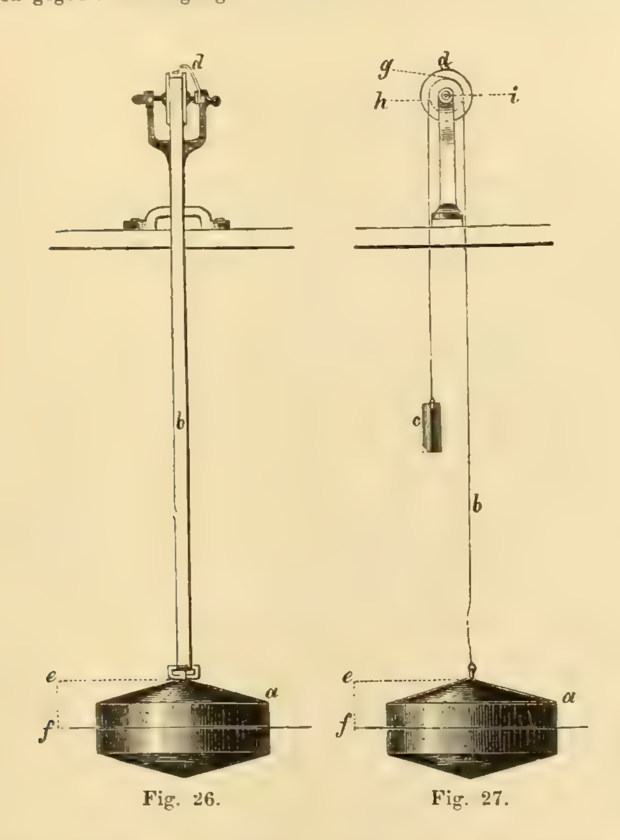


Fig. 26. Fig. 27.

Der Grundwassermesser wird an einer passenden Stelle der Brunnendecke oder bei offenen Brunnen an einem besonderen hölzernen Einbau mit Schrauben befestigt. Bei der Wahl der Örtlichkeit und bei der näheren Bestimmung der Aufstellungsart ist zu berücksichtigen, dass sowohl der Schwimmer, als auch das Messband bei jedem Wasserstande an der gewählten Stelle freies Spiel haben müssen, dass also beispielsweise bei Pumpbrunnen es mitunter nothwendig ist, die Rohrstützen entsprechend zu versetzen, während bei Ziehbrunnen der Schwimmer und das Messband nur durch ein Lattengitter oder durch eine Verschalung gesichert werden können.

Zur Bestimmung des Grundwasserstandes darf keine Stelle ausgewählt werden, bei welcher Störungen durch die Stauung vom Flusse aus, oder durch das Abpumpen von Wasser aus Brunnen entstehen können.

Will man keine ständige Grundwasserstation einrichten, so benutzt man ein Messband, welches an seinem unteren Ende einen Metallstab, an welchen eine Reihe in bestimmtem Abstande gestellter Schälchen angelöthet sind, trägt. Beim Eintauchen in das

Wasser füllen sich einige Schälchen mit Wasser; die von den nicht in das Wasser tauchenden Schälchen repräsentierte Länge wird dem Messbande zugezählt. (Pettenkofer.)

Nicht immer fließt das Grundwasser direct dem nächsten Flusse zu, sondern strömt oft tief unter dem Bette des nächstgelegenen Flusses hinweg einem anderen Drainagegebiet zu. (Pettenkofer.) Der Durchbruch des Grundwassers fällt endlich keineswegs immer mit dem Flussniveau zusammen, sondern dasselbe durchbohrt Steigungen des Terrains, Bergabhänge u. dgl., um als „Quelle“ zum Austritt zu gelangen.

Ist der Abfluss des Grundwassers irgendwo ständig gehemmt, so kann es zur Versumpfung von Landstrecken kommen.

Die Verdunstung.

Die Verdunstung des Wassers nach Regenfall rechnet man zu rund einem Drittel; doch sind die allermannigfachsten Abweichungen vorhanden. In manchen Gegenden dringt überhaupt kaum Wasser in den Boden, weil die Verhältnisse für die Verdunstung zu günstig sind. Die überaus geringen Mengen von Regen und Thau, welche die Sahara befeuchten, gehen zum allergrößten Theil durch Verdunstung verloren; in dem zerklüfteten Karstgebirge nimmt dagegen eine unverhältnismäßig große Menge den Weg nach der Tiefe, unterirdischen Wasserläufen zu, und in regenreicher Gebirgslandschaft mit stark geneigtem felsigen Untergrund strömt die Hauptmasse des Regens unmittelbar dem Flusse zu.

Die Verdunstung ist weiter abhängig von den atmosphärischen Verhältnissen, dem Sättigungsdeficit und der Luftbewegung, aber auch von speciellen Bodeneigenschaften der leichten Benetzbarkeit, von der Möglichkeit des leichten oder schwierigen Eintrittes in die Poren, und von den Eigenschaften der äußeren Bodenoberfläche. Bei mittlerer Größe der Bodenpartikelchen wird am meisten Feuchtigkeit verdunstet.

Der Belag mit Laub und Nadeln scheint die Wasserabgabe zu vermindern, lebende Pflanzen dagegen vermehren die Wasserabgabe einem unbewachsenen Boden gegenüber sehr bedeutend (Eser); die Bäume entziehen den tieferen Bodenschichten, in denen ihre Wurzeln haften, die Feuchtigkeit, und Waldboden wird daher bis zu 1 *m* Tiefe trockener sein, als ein unbebautes Feld. (Ebermayer.)

Trotzdem vermehrt die Bewaldung den Wasserreichthum einer Gegend, da vom Waldboden durch den Schutz des Laubes die directe Sonnenstrahlung abgehalten und die Erwärmung, ein bedeutendes Moment für die Verdunstung, vermindert wird. An hügeligem und bergigem Terrain hemmt die Bepflanzung ein rasches Abströmen des Regenwassers nach den Flüssen zu.

Die oberen Bodenschichten, welche durch die Austrocknung ihr Wasser verloren haben, schützen die tieferen in hohem Grade vor weiterem Wasserverlust. So kann es kommen, dass die von den Verdunstungsmessern angegebenen Wasserverluste in manchen Gegenden viel größer sind als die Regenmengen, welche ein Gebiet überhaupt erhält. Der Regen dringt rasch in den Boden, dessen austrocknende Oberfläche als schützende Decke die Wasserverdampfung hindert.

Tritt nun Wasser, welches suspendierte Partikelchen mit sich führt, in den Boden, so bleiben diese je nach der Porenweite des Bodens in letzterem zurück. Je dicker die Schicht, je enger die Poren, um so vollendeter die Wirkung.

Das durch den Boden hindurchtretende Wasser nimmt bestimmte Stoffe in Lösung auf; alle natürlich vorkommenden Grundwasser, Quellwasser, Fluss- und Seewasser enthalten namentlich anorganische Stoffe, welche eine Folge der Durchwanderung des Wassers durch den Boden sind. (Siehe später das Capitel Wasser.)

Zweites Capitel.

Absorptionserscheinungen und Zersetzungen im Boden.

Die in den Boden eindringenden Flüssigkeiten führen oft allerlei gelöste Verunreinigungen, d. h. Stoffe, welche der normalen Zusammensetzung von Grund- und Quellwasser etc. nicht zugehören, mit sich.

Der Boden, namentlich der Ackerboden und Humus, besitzt die Fähigkeit, gewisse organische wie anorganische Stoffe zu absorbieren; unter den anorganischen Stoffen namentlich Salze, welche als Pflanzennahrungsstoffe angesehen werden müssen.

Die Absorption ist zum Theil durch Flächenattraction zu erklären, wird also um so besser, je feiner zerkleinert das Bodenmaterial ist, weil dann auch die Oberfläche der Theilchen größer ist, als wenn gröbere Partikelchen den Boden zusammensetzen; zum Theil hat man die Absorption als Folge chemischer Bindungen anzusehen, wie z. B. durch Zersetzung wasserhaltiger Doppelsilicate (wie kieselsaure Thonerde, Kalk, Natron) durch Kali und Ammoniak, indem die neu zugeführten Basen die früher in den Doppelsilicaten vorhandenen verdrängen oder durch directe Bindung der Phosphorsäure an Eisenoxydhydrat oder Zersetzung von kohlensaurem Kalk.

Bei dem Schütteln des Bodens mit Lösungen werden wohl auch Substanzen absorbiert, aber weniger, als wenn man die Substanzen durch den Boden filtriert. Bei der Filtration kommt jede tiefere Bodenschicht mit einer zunehmend verdünnteren Lösung der Beimengung in Berührung.

Von gelösten organischen Stoffen werden Körper der Benzolreihe, Eiweißstoffe, Fermente, Alkaloide und Gifte absorbiert (Falk, Soyka) und zunächst unverändert im Boden zurückgehalten (Soyka, Wolffberg, Emmerich).

Jeder Boden hat eine bestimmte Absorptionsgrenze, über welche hinaus er keine Stoffe aufzunehmen vermag. Sie gehen dann durch diese Schicht hindurch und wandern einer tieferen zu; der Boden ist für die betreffenden Stoffe gesättigt.

Auch Dämpfe und Gase werden in dem Boden zurückgehalten. Bekannt ist, dass das Leuchtgas beim Strömen durch den Boden seinen charakteristischen Geruch verliert und dadurch dem Menschen sehr häufig gefährlich wird.

Die in dem Boden, sei es durch Absorption, sei es durch Filtrationswirkung zurückgehaltenen organischen Stoffe unterliegen einer mehr oder minder rasch eingreifenden Zersetzung, die in vielen Fällen mit vollständiger Zerstörung und Mineralisierung der Substanzen endigt. Diesen Vorgang nennt man die Selbstreinigung des Bodens.

Wenn man die in Frage kommenden organischen Verunreinigungen nach ihrer Masse betrachtet, so überwiegen weitaus Reste von Thieren und Pflanzen, und die in diesen vorkommenden Gruppen der Eiweißsoffe, Fette, Fettsäuren und Kohlehydrate (Cellulose namentlich) und Abkömmlinge von diesen allen, insoweit Fermente und organisierte Keime bereits eingewirkt haben.

Unter geeigneten Bedingungen — bei Temperaturen von + 5 bis 37° C. und bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalte des Bodens (Wollny, Soyka) geht nun die schleichende Verbrennung der organischen Stoffe unter reichlicher Bildung von Kohlensäure vor sich (Boussingault, Levy, Pettenkofer). Jedenfalls leisten die in dem Boden überall in Masse angesiedelten Bakterien einen reichlichen Theil dieser Zersetzungsarbeit; aber sie sind nicht die alleinige Ursache und mancherlei andere Processe greifen modificierend ein, wie bei Besprechung des Beerdigungswesens näher dargelegt werden wird.

Die Kohlehydrate zerfallen im allgemeinen leicht und nur die Cellulose, indem ihre Zerstörung mit dem Entstehen humusartiger Substanzen einen gewissen Abschluss findet, wiedersteht länger; Fette werden alsbald, gleichgiltig, ob sie aus hohen oder niederen Fettsäuren bestehen, bei Gegenwart eines ausreichenden Wassergehaltes des Bodens in Fettsäuren und Glycerin gespalten und diese Spaltungsproducte weiter zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. (Rubner.)

Andere Spaltungsproducte liefern die stickstoffhaltigen Verbindungen, welche Amidogruppen enthalten, vor Allem die Eiweißkörper. Der stickstoffhaltige Antheil der letzteren wird als Ammoniak abgeschieden und dieses weiter in Salpetersäure oder salpetrige Säure umgewandelt, „Nitrification“.

Nitrificierend sollen sehr viele von den Mikroorganismen wirken, der Bacillus prodigiosus, die Typhus- und Milzbrandbacillen u. s. w. (Heräus). In Moorboden scheint Nitrification nicht einzutreten (Fittbogen, Pichard). Die reichen Salpeterlager von Südamerika sollen durch die Einwirkung einer mächtig nitrificierenden Coccenart auf Vogelexcremente (Harnsäure etc.) entstanden sein (Schlösing, Müntz).

Die bei der Zerstörung der organischen Substanzen erzeugte Kohlensäure entweicht zum Theil aus dem Boden, oder sie wird von der Bodenfeuchtigkeit absorbiert. Das Wasser erlangt dadurch eine bedeutende Vermehrung seines Einflusses auf die Verwitterung und zugleich die Frische und Schmackhaftigkeit, welche Quellwasser vor dem Flusswasser oder Regenwasser auszeichnet.

Mitunter treten Sumpfgas, oder andere Kohlenwasserstoffe und Schwefelwasserstoff auf.

Die filtrierende Wirkung des Bodens schützt das Grundwasser vor Verunreinigung und hält die Quellen frei von Verpestung und Verschmutzung.

Die Selbstreinigung des Bodens schafft Gefahren beiseite, welche für unser Wohlbefinden bei der Übersättigung des Bodens mit Abfall-

stoffen sich ausbilden und liefert andererseits Pflanzennährstoffe (Kohlensäure, Nitrate und Nitrite).

Der einzige, jeder Anforderung entsprechende und von der Natur selbst angewiesene Ort für die Unterbringung aller organischen Abfallstoffe ist die Erde. Alles ist hier dazu angethan, um durch den sich in der Ackererde abspinnenden Process die verschiedenen organischen Stoffe auf diejenigen Formen anorganischer Verbindungen zu reducieren, in denen sie die unentbehrlichen, aus dem Boden geschöpften Nahrungsmittel der Pflanzen bilden und sich auf solche Weise dem großen Kreislaufe der Stoffe wieder einfügen.

In diesem Sinne kann man dem Ackerboden eine desinficierende Kraft zuschreiben, ihn als das Medium bezeichnen, in dem die Zersetzung fäulnissfähiger Abfallstoffe in der vortheilhaftesten und bis zu einer gewissen Grenze unschädlichen Weise vor sich geht.

Frankland hat gefunden, dass auf einem Sandboden von einem Quadratmeter Oberfläche und 1 *m* Mächtigkeit täglich 25 bis 33 Liter Londoner Canalwasser gegossen werden können, mit dem Ergebnisse, dass das abfliessende Wasser ganz rein bleibt und dass in diesem die aufgegossenen organischen Substanzen in der Gestalt von Oxydsalzen (Nitrate, Carbonate) erscheinen.

Die reinigende und desinficierende Wirkung des Bodens hat Falk in sehr interessanter Weise anschaulich gemacht. Er füllte hohe und schmale Glascylinder mit Sandboden und übergoss letzteren mit Lösungen verschiedener Fermente, putrider und thierischer Gifte. Emulsin und andere Fermente büssten ihre fermentierende Kraft beim Durchgang völlig ein; Lösungen von Milzbrandblut, von dem septischen Gift (nach Hiller bereitet), von fauligem Pferdefleisch verloren den Eiweißgehalt, den Fäulnisgeruch und die früher bewiesene Fähigkeit, durch Einspritzung in das Blut kleiner Säugethiere Giftwirkungen hervorzurufen. Erst nach monatelanger Fortsetzung des täglichen Aufgiessens verlor der Boden seine desinficierende Kraft.

Die Bodenluft.

Durch die lebhaften Zersetzungsvorgänge in dem Boden erleidet die in den Spalträumen eingeschlossene Bodenluft wesentliche Veränderungen; man lernt die Mächtigkeit der letzteren aber erst recht schätzen, wenn man bedenkt, dass die Bodenluft in der Regel nicht stagniert, sondern in mäßiger Bewegung ist. Luftdruckschwankungen, Winde, das Eindringen des Regens oder Ansteigen und Fallen des Grundwassers geben die natürlichen Triebkräfte hiefür ab, und hierzu käme noch die in den Wintermonaten kräftig aspirierende Wirkung geheizter Häuser. Porenweite und Dicke der zu durchwandernden Schichten steigern oder bestimmen den Erfolg der bewegenden Kräfte.

Zur Untersuchung der Bodenluft verwendet man Gasröhren, an deren unteres Ende eine Spitze angeschraubt, wird und treibt diese Röhren in den Boden ein (Fodor). Seitliche Durchbohrungen am unteren Ende lassen die Luft eintreten. In der Regel leitet man durch eine mit der Gasröhre in Verbindung gesetzte Bleiröhre die Bodenluft in den Raum, in welchem ihre Analyse vorgenommen werden soll.

Bei Untersuchung der Bodenluft wurden als Bestandtheile gefunden: Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak, selten Schwefelwasserstoff.

Die Menge des Ammoniaks in der Bodenluft ist stets eine sehr kleine. Sie wurde von Fodor in 100 *l* Luft zwischen 0·000048 bis 0·000082 *g* gefunden.

Die Untersuchung der Bodengase auf Ammon wird (Fodor) in der Weise vorgenommen, dass man ammoniakfreies Wasser mit ammoniakfreier Salzsäure versetzt und durch dieses Gemisch etwa 50 bis 100 *l* Bodenluft hindurch aspiriert, jedoch auf die Art, dass das salzsäurehaltige Wasser mittelst einer engen Glasröhre in die in den Boden eingesenkten eisernen Röhren bis an deren unterstes Ende heruntergelassen wird. Das so gebundene Ammoniak wird mit Nessler's Flüssigkeit und mit Chlorammonlösung titriert.

Vergleichende Bestimmungen des Gehaltes der Bodengase an Ammoniak sind bis jetzt nur spärlich gemacht.

Die Bildung von Ammoniak setzt immer voraus, dass die Oxydation der im Boden befindlichen oxydierbaren, stickstoffhaltigen Stoffe gehemmt ist; man betrachtet das Ammoniak als ein Product der Fäulnis.

Die Kohlensäurebestimmung in der Bodenluft wird in der Weise vorgenommen, dass mittelst Aspiration eine bestimmte Menge Bodenluft durch eine gemessene Menge titrierter Barytlösung geleitet wird. (S. Seite 31 ff.) (Pettenkofer.)

Die Menge der Kohlensäure kann nicht als Kriterium benützt werden, um daraus auf den Grad der Verunreinigung des Bodens oder auf die Lebhaftigkeit der Vorgänge bei den Zersetzungen zu schließen.

Smolensky's Bodengasuntersuchungen, wie auch jene von Bentzen ergaben als Resultat, dass in einem scheinbar gleichmäßig verunreinigten Boden der Kohlensäuregehalt nahe beisammenliegender Versuchsstellen stark differiert.

Die Menge der Kohlensäure im Boden ist eben von der Lüftung des Bodens abhängig, d. h. von der Permeabilität desselben und von der Tiefe der Bodenschicht, der das Bodengas entnommen wird, andererseits auch vom Barometerstand, vom Wind und Regenfall und auch von der Temperatur und dem Wassergehalt des Bodens. Unter sonst gleichen Zuständen der Verunreinigung findet man die Kohlensäuremenge um so größer, je dichter der Boden und je tiefer der Ort der Gasentnahme ist.

Der Rhythmus der Kohlensäurebildung im Boden geht parallel den Schwankungen der Bodentemperatur (Pettenkofer, Fleck). Am meisten CO_2 wird erzeugt bei reichlichem Gehalt des Bodens an organischer Substanz, einem mittleren Feuchtigkeitsgehalt und geeigneter Temperatur und Luftzutritt (Möller, Wollny).

Bodengas in einer Tiefe von 4 *m* ergab im Durchschnitt einen Kohlensäuregehalt von 2·54 Procent. Die Einzelbestimmungen lieferten weit auseinandergehende Kohlensäuremengen, die von 14 Procent bis zu 0·20 Procent variirten.

Zur Bestimmung des Sauerstoffes in der Bodenluft wird am besten das von Liebig angegebene Verfahren gewählt, welches auf der Absorption des Sauerstoffes durch eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure beruht und bereits auf S. 40 näher beschrieben worden ist.

Die Bodenluft enthält weniger Sauerstoff als die atmosphärische Luft und in manchen Fällen sogar beträchtlich weniger (Fleck, Fodor, Boussingault). Bei Bodengasanalysen fand man nahezu regelmäßig, dass der Zunahme des Kohlensäuregehaltes eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes, im Vergleich mit der freien Luft ent-

spricht. Die Bodenluft ist schon in geringer Tiefe so sehr arm an Sauerstoff (7·4 Procent), dass sie absolut unfähig wäre, auf die Dauer das Leben zu erhalten. Bedenkt man, dass die Kellerwohnungen sehr oft bis 4 *m* tief in den Boden hineinragen und die Bodenluft durch die in solchen Localitäten befindliche Wärme aspiriert wird (Forster), so kann man nicht bezweifeln, dass Kellerwohnungen durch die Bodenluft mit mancherlei gesundheitsgefärdenden Momenten verknüpft sind.

Die Bodenluft ist schon in geringer Tiefe mit Feuchtigkeit gesättigt (Fleck).

Mikroorganismen in dem Boden.

Der Boden von geeigneter Porenweite ist ein vorzüglicher Filtrationsapparat, und selbst sehr mäßige Dicken entziehen sowohl der durchströmenden Luft (Nägeli, Pumpelly), wie dem durchströmenden Wasser die in denselben vorhandenen Mikroorganismen.

Man findet daher an Stellen, an welchen der Boden unverletzt ist, die Mikroorganismen, und zwar äußerst zahlreich in den oberen Schichten ($^3/_4$ bis $1^1/_2$ *m*) und im Allgemeinen nur bis zu mäßigen Tiefen eindringend (Koch, C. Fränkel). Sie werden also ihrer Hauptmasse nach da zurückgehalten, wo auch durch die Filtrationswirkung und Absorption des Bodens suspendierte wie gelöste organische Stoffe und Salze, die Nahrungstoffe der Mikroorganismen, abgelagert sind.

Bei überreicher Zufuhr von Schmutzstoffen, bei großer Maschenweite der Poren, oder wenn Spalträume im Boden sich finden, der Boden ausgehoben wird, Canäle und Senkgruben u. s. w. eingetrieben werden, finden die Keime sich selbstverständlich auch in bedeutenden Tiefen.

Die Mikroorganismen werden von der obersten Bodenschicht leicht weiterverbreitet, sobald die Luft trocken ist und Zerstäubung eintritt (Nägeli, Buchner). Bei Benetzung des Bodens ist eine solche Ablösung der Bodenpartikelchen kaum möglich, es sei denn, dass wie bei dem Auffallen des Regens, ein Zerstäuben bakterienhaltiger Flüssigkeiten eintritt. Aus tieferen Bodenschichten kann wegen der filtrierenden Wirkung des Bodens ein Transport der Keime nicht erwartet werden (Nägeli, Miquel, Emmerich). Die aus dem Boden gesaugte Luft ist, wenn Verstäuben vermieden wird, keimfrei. Durch das Aufsteigen capillaren Wassers scheint auf kleineren Strecken ein Transport von Keimen einzutreten (Soyka, v. Leeuwen). Ratten, Mäuse, Maulwürfe, Regenwürmer u. dgl. können zum Transport von Keimen mitunter in wesentlichem Grade beitragen.

Ein großer Theil der Bodenkeime scheint nicht pathogener Natur zu sein. Doch hat man auch mit Sicherheit pathogene Keime gefunden: die Bacillen des malignen Oedems (Koch, Gaffky), die Bacillen des Tetanus (Flügge, Nicolaier), welche sehr weit verbreitet zu sein scheinen.

Milzbrandbacillen entwickeln sich auf geeigneten Nährböden in einer Tiefe von 2 *m* nur ausnahmsweise, in 3 *m* Tiefe gar nicht; weniger empfindlich sind die Choleraspirillen, die wenigstens während der Monate August bis October noch in 3 *m* Tiefe wachsen können. Die Typhusbacillen entwickeln sich bis zu 3 *m* Tiefe das ganze Jahr hin-

durch (Fränkel). Nach Fodor soll der geringste Feuchtigkeitsgrad, bei welchem die Bakterien im Boden gedeihen 2% betragen.

Insoferne viele Krankheitserreger in den Auswurfstoffen der Menschen ausgeschieden werden, und in den Leichen von Menschen wie Thieren angehäuft sind, besteht die Möglichkeit, dass man bei ausgedehnteren Untersuchungen wohl öfter als bisher pathogene Keime wird finden müssen.

Es wird angegeben, Milzbrandbacillen fänden sich in dem Boden über Milzbrandleichen; Treyde will, bei einer Typhusepidemie Typhusbacillen im Boden gefunden haben.

Ausgiebige Vermehrung pathogener Keime scheint im Boden nicht einzutreten (Prausnitz, Flügge), es sei denn, dass der Boden verunreinigt wird und die Verunreinigung geradezu den eigentlichen Nährboden darstellt. In der That hat Uffelmann im Boden der mit Typhusdejektionen gemischt worden war, die Typhusbacillen nach 5 Monaten in größter Zahl vorgefunden. Der Boden conserviert sicher in ausnehmend hohem Grade die pathogenen Keime, welche in denselben gelangen. Milzbrandbacillen gehen im Boden rasch zur Sporenbildung über (Soyka). Tuberkelbacillen fand Schottelius noch nach 2 ½ Jahren lebensfähig. Die einzelnen Bodenarten scheinen in ihrem Einfluss auf die Bakterien sich ungleich zu verhalten.

Wir haben also alle Sorgfalt zu verwenden, dass der Boden mit pathogenen Keimen nicht verunreinigt werde, da sonst mancherlei Verschleppungen der Keime vorkommen können und andauernde Gefahren entstehen; namentlich aber haben wir zu verhüten, dass der Boden durch Übersättigung mit Schmutzstoffen die Möglichkeit erhält, zu einem Nährboden für saprophytisch lebende pathogene Keime zu werden. (Näheres siehe unter Cholera, Typhus u. s. w.)

Die Untersuchung des Bodens.

Die chemische Untersuchung des Bodens führt noch nicht zu allgemein befriedigenden Ergebnissen. Eine genäherte Vorstellung über die Verunreinigung des Bodens erhält man durch Trennung der Bodenbestandtheile mittelst Wasser. 500 bis 1000 *g*. Boden werden mit destilliertem Wasser tüchtig durchgerührt, dann filtriert und das Filtrat in einer, bei Besprechung der Wasseranalyse näher angegebenen Weise untersucht.

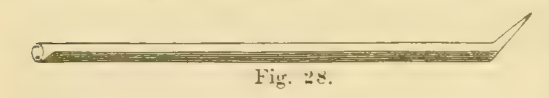


Fig. 28.

Der nicht lösliche Rückstand des Bodens wird getrocknet und auf den Gehalt an organischen Bestandtheilen geprüft, indem eine gewogene Menge Bodens (20 bis 30 *g*) im Platintiegel geglüht wird. Der Rückstand wird nach dem Erkalten mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, bei 110° C. getrocknet und gewogen.

Unter Umständen kann bei Untersuchung des Bodens von Fettschmelzen, Gerbereien, Abdeckereien die Extraction des Bodens mit Alkohol oder Aether nöthig werden. (Man benützt dazu den Drechsel'schen Extractionsapparat.) Der reine Boden enthält nur sehr wenig von in Alkohol oder Äther löslichen Stoffen; am meisten noch humusreicher Boden. Die letzteren bestehen nicht aus Fetten, sondern aus einer bräunlichen, harzartigen Masse (Rubner).

Allenfalls kann man auch noch den Stickstoffgehalt des Bodens als ein annäherndes Maß für Verunreinigung desselben ansehen. Eine getrocknete und gewogene Menge des ursprünglichen (oder mit Wasser extrahierten) fein gepulverten Bodens wird nach Will-Varrentrapp verbrannt. Bei dieser Methode geben alle stickstoffhaltigen Verbindungen allen nicht mit Sauerstoff verbundenen Stickstoff als Ammoniak ab.

Die Erzeugung von Ammoniak aus dem Stickstoff organischer Substanzen erfolgt bei hoher Temperatur und Gegenwart stark alkalischer Basen. Man wendet ein Gemenge gebrannten Kalk (2 Theile) und Ätznatron (1 Theil Natron), den sogenannten Natronkalk an.

Die Verbrennungsröhre ist von schwer schmelzbarem Glas, etwa 35 *cm* lang und ist an dem einen Ende zu einer feinen, scharf nach oben aufsteigenden Spitze ausgezogen (Fig. 28).

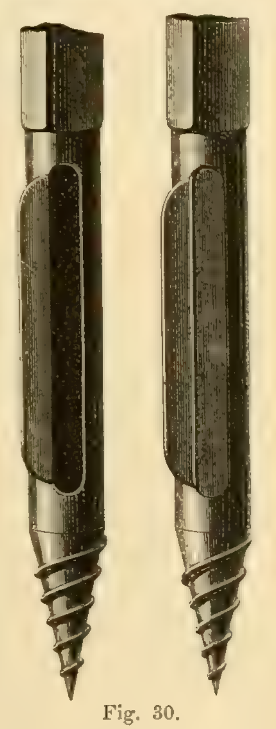
Man mengt in einem erwärmten Porzellanmörser von dem gut getrockneten Natronkalk eine solche Menge, welche etwa die Hälfte der Glasröhre füllt, mit der gepulverten, abgewogenen Bodenprobe, füllt dann, nachdem ein Asbestpfropf eingeschoben worden, in die Verbrennungsröhre etwas Natronkalk, alsdann das im Mörser gemachte Gemisch, reibt den Mörser mit einer frischen Menge Natronkalk sauber aus, und gibt dann noch so viel Natronkalk in das Verbrennungsrohr, dass dasselbe bis auf 6 *cm* von der Mündung gefüllt ist und legt einen Asbestpfropf darauf. Die Röhre wird auf den Tisch leicht aufgestoßen, damit sich über der Füllung ein leerer Canal bildet. Hierauf wird das offene Ende mittelst eines dicht schließenden Pfropfes *d* mit der Will-Varrentrapp'schen Vorlage, einem Kugelapparat, verbunden, in welchem sich eine abgemessene Menge titrierter Schwefelsäure (oder Oxalsäure) befindet (Fig. 29). Die Röhre wird indem Verbrennungsofen Strecke für Strecke zum Glühen erhitzt und darin erhalten, bis die Gasentwicklung aufgehört hat.

Nach Beendigung der Operation lässt man die Verbrennungsröhren unter dunkler Rothgluth erkalten und saugt nach vorherigem Abbrechen der Verbrennungsrohrspitze mittelst eines Aspirators, welcher an die Spitze *c* der Will-Varrentrapp'schen Vorlage befestigt wird, Luft durch den ganzen Apparat, wodurch alles im Rohre noch befindliche Ammoniak in die Vorlage gelangt.

Die Menge des letzteren wird durch maßanalytische Bestimmung der nicht gesättigten Säure ermittelt.



Fig. 29.


Fig. 30.

Hat man z. B. 15 *cm*³ Normalschwefelsäure in die Will-Varrenttrapp'sche Vorlage gebracht, braucht man aber nach beendeter Operation zum Sättigen derselben nur 5 *cm*³ Normalnatron, so waren 10 *cm*³ der Schwefelsäure an Ammoniak gebunden. In 1 *cm*³ Normalsäure ist aber 0·049 *g* Schwefelsäurehydrat enthalten, in 10 *cm*³ also 0·49, diesem entsprechen 0·17 Ammoniak und 0·14 Stickstoff.

Zur Bestimmung der Humuskörper werden 50 *g* der lufttrockenen Erde einige Stunden lang mit Kalilauge gekocht, verdünnt, ausgewaschen, filtriert, das Filtrat mit Salzsäure schwach sauer gemacht, die sich ausscheidenden braunen Flocken ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Näheres über die Bodenanalyse siehe bei König, Untersuchung landwirtsch. und gewerblich. wicht. Stoffe. Berlin 1891.

Die Untersuchung auf Mikroorganismen hat eine große Bedeutung. Der zu prüfende Boden muss möglichst rasch in Untersuchung genommen werden, weil in den Bodenproben alsbald eine Vermehrung der vorhandenen Keime selbst bei niederen Temperaturen eintreten kann; namentlich die tieferen Schichten entnommenen Bodenproben zeigen dies Verhalten (C. Fränkel).

Die gewogene Bodenprobe wird direct in Nährgelatine gebracht und ordentlich durchgemischt, dann auf Platten ausgegossen oder der Gelatine, indem man das mit

einer Gummikappe wasserdicht verschlossene Reagensgläschen in kühles Wasser bringt und rotiert, an den Wandungen zum Erstarren gebracht (Esmarch).

Zum Ausheben der Erdproben bedient man sich des nebenstehend abgebildeten Erdbohrers (Fig. 30). Oberhalb des Bohrgewindes ist ein löffelförmiger Ausschnitt zur Aufnahme für die Erde, verschließbar durch eine Hülse, an der eine nach außen gebogene Leiste sich findet. Dreht man im Sinne der Windungen des Bohrers, so bleibt das Instrument geschlossen (Figur rechts), dreht man aber den Bohrer entgegengesetzt, so werden der löffelförmige Ausschnitt des Bohrers und die Hülsenöffnung übereinander gelagert und die Erde tritt ein. Die entgegengesetzte Drehung schließt den Bohrer (C. Fränkel), und nun kann die Probe gesichert vor weiterer Vermischung mit der übrigen Erde des Bohrloches zu Tage gefördert werden.

Literatur: Soyka, der Boden, Handbuch der Hygiene. — Fränkel, Zeitschrift für Hygiene V. — Soyka: die Schwankungen des Grundwassers. — Steinriede, Anleitung zur mineral. Bodenanalyse, Leipzig 1887. — Zöller, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig 1876. — König, Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe, Berlin 1891. — Flügge, Lehrbuch der hygien. Untersuchungsmethoden.

Vierter Abschnitt.

Das Klima.

Erstes Capitel.

Aufgaben der Klimatologie.

Unter Klima versteht man alle durch die Lage eines Ortes bedingten Einflüsse auf die Gesundheit. Zu einer erschöpfenden Beurtheilung gehören keineswegs, wie so häufig angenommen wird, nur die Besprechung der Wärme- und Regenverhältnisse, sondern einerseits die Bekanntschaft mit allen meteorologischen Factoren, welche auf die Gesundheit wirken, andererseits die Kenntnis aller Gefährdungen der letzteren, insoweit sie durch die Anwesentheit der einer Örtlichkeit zugehörigen (endemischen) Krankheitserreger bedingt sind.

Die Klimatologie ist, auch wenn wir von dem zweiten Theil ihrer Aufgabe, der meist der „medicinischen Geographie" zugewiesen wird, absehen, keineswegs identisch mit der Meteorologie; letztere beschäftigt sich mit vielen Dingen, z. B. den magnetischen Verhältnissen, Sternschnuppenfällen, Nebensonnen, etc., welche für das Wohlbefinden des Menschen ohne Interesse sind.

Die klimatologischen Verhältnisse eines einzelnen Tages u. s. w. pflegt man die „Witterung oder das Wetter" zu nennen.

Die Aufgabe, eine ausreichende Darstellung des Klimas eines Ortes zu geben, ist eine sehr schwierige, in mancher Beziehung oft kaum lösbar. Mit Rücksicht auf die Wärmeverhältnisse dürfen sich die Angaben nicht nur auf die Lufttemperatur beschränken, sondern müssen ein Bild der gesammten thermischen Verhältnisse, wie sie z. B. durch die Wärmestrahlung und die räumliche Anordnung eines Ortes (Berglage) bedingt sind, geben.

Man nennt ein Klima mit 0—55% relativer Feuchtigkeit ein übermäßig trockenes, ein solches mit 50—70% ein mäßig trockenes, mit 71—85% ein mäßig feuchtes, 86—100% ein übermässig feuchtes (Vivenot). Die Beurtheilung hat aber namentlich noch die Temperatur eines Klimas gleichzeitig zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Temperatur unterscheidet Rochard heißes Klima zwischen den Isothermen 250, warmes Klima zwischen den Isothermen

+ 25 bis + 15, gemäßigtes Klima zwischen + 15 bis + 5, kaltes Klima zwischen + 5 bis —5 und polares Klima zwischen — 5 bis —15°.

Da die Windströmungen die Einflüsse der Temperatur theils zu mildern, theils zu verschärfen im Stande sind, so wird ihre Häufigkeit, Richtung und Temperatur in ihrer Wirkung abzuwägen sein.

Bei niedrigen, besonders aber bei hohen Temperaturen spielt die Luftfeuchtigkeit eine wesentliche Rolle; ja vielfach, könnte man sagen, gibt ihr Verhalten den Ausschlag bei der Beurtheilung der Zuträglichkeit oder Schädlichkeit eines Klimas für die Gesundheit oder über die Tauglichkeit eines Klimas zur Colonisation.

Das Wasser greift in so mannigfacher Art im Allgemeinen in die Lebensprocesse und speciell in das Thun und Treiben und das gesundheitliche Verhalten des Menschen ein, dass den Niederschlagsverhältnissen (Regenfall, Schneefall u. s. w.) neben den Wärmeverhältnissen die größte Bedeutung zukommt. Von dem Regenfalle hängt nicht nur zum Theil der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab, sondern derselbe bedingt und erhält die Vegetation, er ist die Quelle des Wasserreichthums einer Gegend und spielt durch die Beeinflussung der Bodenfeuchtigkeit als Hilfsmoment bei der epidemischen Verbreitung gewisser Volkskrankheiten eine Rolle.

Bestimmung der Regenmenge.

Die Regenmengen werden in Millimetern ausgedrückt und geben die Höhe an, bis zu welcher das atmophärische Wasser den Boden bedecken würde, wenn kein Abfluss und keine Verdunstung stattfänden.

Die Menge des Niederschlages wird mit dem Regenmesser gemessen. Derselbe besteht aus dem Auffanggefäße und dem Messglas.

Das Auffanggefäß ist von cylindrischer Form und hat eine Fläche von $1/_{20}$ m^2. Am unteren Ende des Auffanggefäßes befindet sich ein selbstschließender Hahn.

Das Auffanggefäß ist an einem Orte aufzustellen, wo der Niederschlag von allen Seiten freien Zutritt hat, und welcher in der Regel starkem Winde nicht ausgesetzt ist, also in einem Garten an einer baumfreien Stelle oder in der Mitte eines größeren Hofes, entfernt von Bäumen oder Mauern, keineswegs aber auf dem Dache eines Hauses. Behufs Aufstellung des Instrumentes wird ein Pfahl, $1/_2$ *m* tief, möglichst vertical in den Boden eingegraben und am obersten Theile desselben — wie aus Fig. 31. zu sehen — der schmiedeiserne Bügel des Apparates mittelst Schrauben derart befestigt, dass die Auffangfläche genau horizontal steht.

Der Regen, welcher innerhalb der Auffangfläche herabfällt, sammelt sich im unteren Theile des Auffanggefäßes. Um nun die Regenhöhe zu finden, bringt man das zum Regenmesser gehörige Messglas (Fig. 31) unter den Schlusshahn und öffnet denselben.

Das Messglas trägt an der Seite eine Eintheilung, auf welcher man ohneweiters ablesen kann, wie groß die Regenhöhe ist.

Zum Auffangen des Schnees dient ein eigenes Auffanggefäß, welches, von Blech construiert, gleichfalls eine Auffangfläche von $1/_{20}$ m^2 hat und dessen Höhe mit Rücksicht auf den zeitweise starken Schneefall 25 *cm* beträgt.

Nach einem Schneefall nimmt der Beobachter das Auffanggefäß ins Haus, lässt den Schnee in der Zimmerwärme schmelzen und erhebt dann die Menge dieses Niederschlages wie beim Regen.

Die Bewölkung des Himmels steht zwar in einem gewissen Zusammenhang mit dem Regenfalle, aber doch nur in einem lockeren, die Kenntnis derselben ist aber nicht sowohl in Beziehung auf letzteren, als vielmehr zur Bestimmung des Grades der Heiterkeit eines Klimas nöthig. Ohne in die nähere Begründung der Einwirkung eines heiteren, sonnenscheinreichen oder trüben und düsteren Tages auf unsere

Psyche näher eintreten zu wollen (siehe später bei „Beleuchtung“), ist die mächtige Wirkung des Tageslichtes und der unverkümmerten Sonnenstrahlung kaum zu bezweifeln.

Die häufig geübte Auszählung trüber und heller Tage kann aber kaum als eine befriedigende Bestimmung des Witterungscharakters dienen, besser genügt die Bezeichnung der Größe des von den Wolken eingenommenen Theiles der Himmelsfläche, oder die Zählung der Sonnenscheinstunden, die man neuerdings mit selbst registrierenden Instrumenten (sunshine recorder) vornimmt. Messungen der Helligkeit des Lichtes sind in allgemeinerer Anwendung bis jetzt nicht ausgeführt worden.

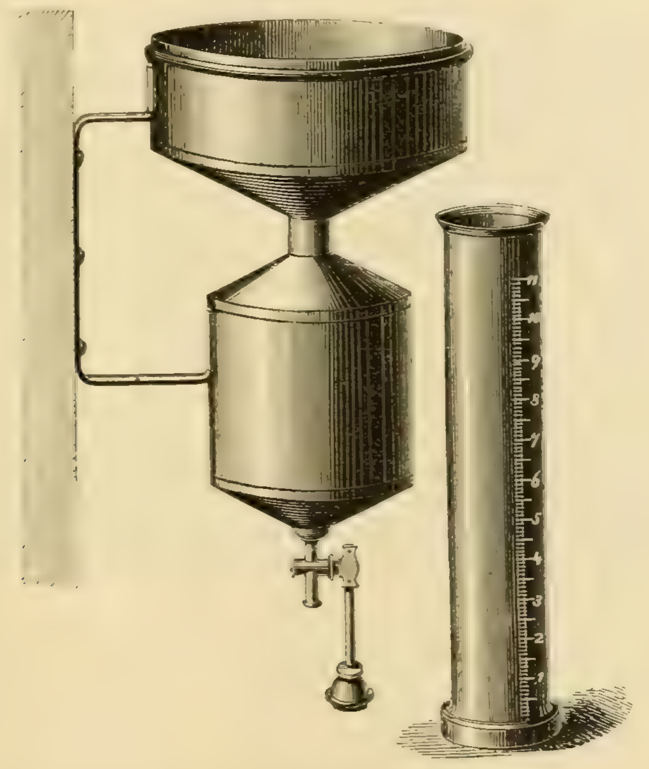


Fig. 31.

Für manche der vorstehend ausgeführten klimatologischen Factoren besitzen wir ziemlich vollständige und genaue Angaben, besonders über die Lufttemperaturen, die Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse; nach anderen Richtungen, wie z. B. bezüglich der Wärmestrahlung, aber mangeln nur zu häufig verwendbare Werte. Aber selbst bei Betrachtung der ersteren gehen die Zwecke der Meteorologie und der Klimatologie auseinander. Während erstere zur Aufdeckung zu Grunde liegender Gesetze das Gewicht auf die Gewinnung der Mittelwerte legen muss, haben letztere für ihre Beurtheilung in gesundheitlicher Hinsicht eine beschränktere Bedeutung. Gerade die Zergliederung der Erscheinungen, der naturgemäße Ablauf und Wechsel der klimatologischen

Factoren, die Vertheilung auf die Tages- und Jahreszeiten sind hier das Wesentliche. Ein und derselbe Mittelwerth einer Temperatur kann sowohl einem Klima von wirklich gleichmäßiger Wärme, oder einem Klima mit großen Temperatursprüngen entsprechen. Beide sind aber in hygienischer Beziehung grundverschieden. Der jährliche Regenfall zweier Orte kann die gleiche Anzahl von *mm* Wasser betragen und doch die Vertheilung auf die einzelnen Monate eine ganz differente, ja selbst in der Art des Regenfalles — je nachdem kurzdauernde Platzregen oder langdauernde, weniger intensive „Landregen" eintreten — können wieder Verschiedenheiten vorliegen, welche unter Umständen hygienische Bedeutung erlangen.

In äußerst complicierter Weise greifen namentlich die Windströmungen in die Witterung ein; sie verschärfen oder mildern die Temperaturen, ohne dass wir heutzutage mit ausreichender Genauigkeit von vornherein die Größe ihrer Wirkung auf den Wärmeverlust bestimmen könnten.

Eine erschöpfende Darstellung der klimatischen Verhältnisse auch selbst für ein beschränktes Gebiet von Deutschland kann nach dem eben Erörterten nicht Aufgabe der nachfolgenden Betrachtungen sein, vielmehr sollen nur die wichtigsten klimatischen Charaktere in kurzen Zügen hervorgehoben werden.

Land- und Seeklima.

Wesentliche Gegensätze zeigen das Land- oder Continentalklima einerseits, das Seeklima andererseits; die Verschiedenheit erstreckt sich nicht nur auf die Temperaturverhältnisse im weitesten Sinne, sondern auch auf die Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre.

Wenn die Sonnenstrahlen auf die Meeresfläche fallen, so vermag bei der hohen specifischen Wärme, welche dem Wasser eigen ist, dasselbe eine große Wärmemenge aufzunehmen, ehe die Erwärmung im thermometrischen Sinne wesentlich zunimmt. Weiters haben wir aber auch in der Wärmeabsorption, welche durch die Wasserverdunstung zu Stande kommt, ein Moment, welches der Erhitzung der Luft hinderlich ist. Nahezu die Hälfte der von den Sonnenstrahlen gelieferten Wärme wird durch die Wasserverdampfung gebunden.

Mit der lebhaften Wasserdampferzeugung hängt dann weiters die Häufigkeit und Massenhaftigkeit der Wolkenbildung zusammen. Diese letztere trägt ihrerseits als drittes Moment, indem sie die Sonnenstrahlung abhält, dazu bei, die Lufttemperatur herabzudrücken und zu mäßigen.

So sehen wir also, solange die Bescheinungszeit dauert, Kräfte thätig, welche einer excessiven Erhitzung der Luft hinderlich sind; dieselben Kräfte erweisen sich nun des Nachts im entgegengesetzten Sinne wohlthätig.

Das Wasser, welches den Tag über Wärme absorbiert, stellt ein Reservoir, aus welchem lange Zeit Wärme an die Luft abgegeben werden kann, der desgleichen der Wasserdampf, welcher mit allmählicher Abkühlung sich condensiert. Die Bewölkung hindert, wie früher die Einstrahlung, so jetzt die Ausstrahlung der Wärme. So kommt als Gesammtwirkung der drei Momente demnach eine geringere Abkühlung

der Luft während der Nacht zu Stande, als es ohne diese Momente der Fall sein müsste.

Bei einem im Binnenlande gelegenen Orte herrschen aber wesentlich verschiedene Verhältnisse; die Erhitzung des Bodens wird mit beginnender Bescheinung des Bodens durch die Sonne rasch ansteigen und jene Wärme, welche durch Verdampfung von Wasser, welches sich etwa in den oberen Bodenschichten abgelagert findet, gebunden werden kann, ist nur eine verschwindend geringe. Der Charakter des Continentalklimas wird also zur Zeit der Wärmezufuhr in einer excessiven Erhitzung sich ausdrücken.



Fig. 32.

Zur Zeit der Ausstrahlung — des Nachts — wird kein Mittel zur Verfügung stehen, den raschen Wärmeverlust zu hemmen und der Boden wird bei seiner geringen specifischen Wärme ein bald sich erschöpfendes Wärmereservoir bilden. Die Nächte sind kalt.

Diese Anschauungen des Continental- und Seeklimas lassen sich nach dem Bilde, das wir von dem Gange der Temperatur eines einzelnen Tages entworfen, direct auf die Charakteristik der Jahreszeiten anwenden. Der Sommer des Seeklimas entbehrt der oft übermäßigen Erhitzung des Continentalklimas, und der Winter des Seeklimas ist um Vieles milder als am Binnenlande. Alles zusammengenommen, nennt man daher häufig auch das Seeklima ein „limitiertes", im Gegensatze zu dem als „excessiv" bezeichneten Continentalklima. Die Schwankungen der täglichen wie der monatlichen Extreme sind im Binnenlande mächtig, an den Küsten gering. Ein Beispiel, der pyrenäischen Halbinsel entlehnt, mag hier gegeben sein: In Lissabon (Seeklima) betragen im Sommer die täglichen Temperaturschwankungen 6·6°, im Innern des Landes in Madrid aber 14·5°; auf dem Atlantischen Ocean schwanken

sie um 1·6° während eines Tages, während eines Monats nur um 6·5° C. (Hann).

Verbindet man die Orte mit gleicher mittlerer Sommertemperatur durch Linien, so nennt man die letzteren Isotheren; verfolgt man sie in das Innere eines Continents (siehe Fig. 32), so weichen sie etwas nach

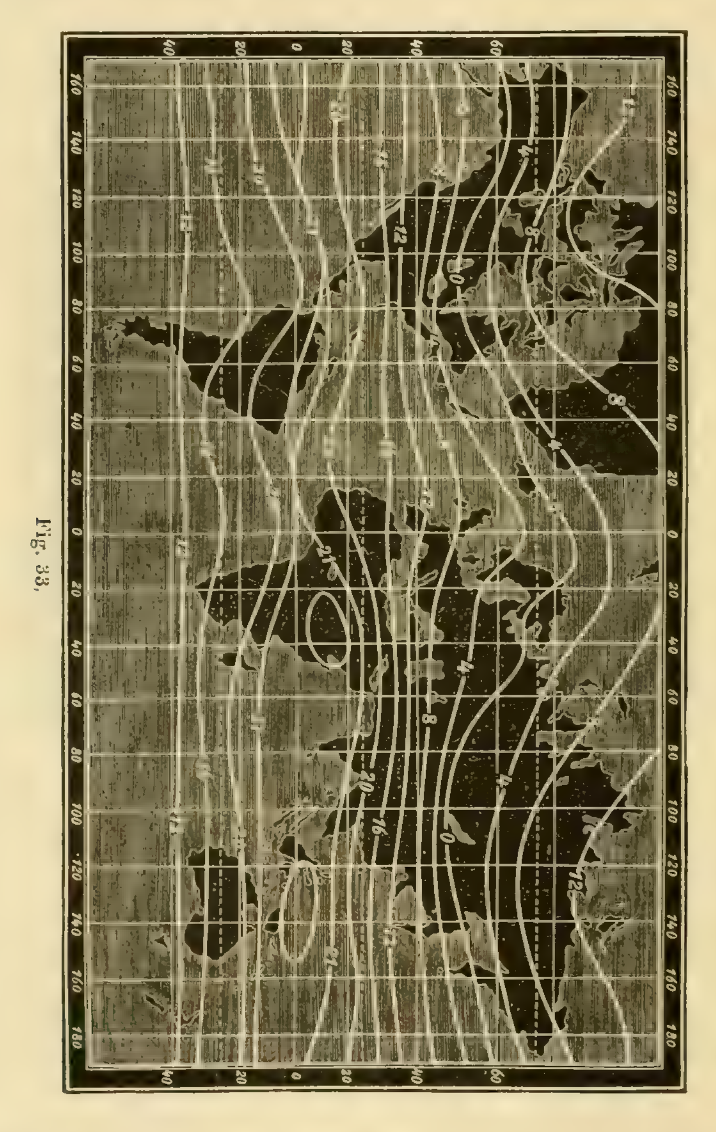


Fig. 33.

Norden ab, also etwa dem entsprechend, was wir schon früher ausgesprochen haben: Die Wärme des Continentalsommers ist bedeutender wie jene des Sommers an der Küste. Jene Linien, welche die Orte gleicher Wintertemperatur verbinden, die Isochimenen, bringen noch schärfer das entgegengesetzte Verhalten zum Ausdruck; indem sie stark nach

dem Süden ausweichen, zeigen sie die Steigerung der Abkühlung im Innern eines Continents (siehe besonders die Isochimenen — 4° oder 0° in Fig. 32). Diese niederen Wintertemperaturen sind aber in ihrem Einflusse so überwiegend, dass sie die hohen Sommertemperaturen übercompensieren und die mittleren Jahrestemperaturen mit dem Fortschreiten in das Innere eines Continents immer mehr und mehr abfallen. Die Linien gleicher mittlerer Jahreswärmen, welche in Fig. 33 eingetragen sind (Isothermen), zeigen ausnahmslos diese Wirkung des Continentalwinters und weichen in dem Innern des Festlandes stark nach Süden aus.

Land- und Seeklima unterscheiden sich wesentlich auch im Feuchtigkeitsgehalt der Luft, in der Bewölkung und dem Regenfall. Nimmt man nur die Verhältnisse von Europa zum Ausgangspunkt, so sieht man von Westen nach Osten innerhalb des Continents die absolute Feuchtigkeit der Luft abnehmen und ebenso nimmt die mittlere relative Feuchtigkeit während der Sommermonate ab, nicht aber während des Winters, weil dann die Abkühlung der Luft (von der die relative Feuchtigkeit mit abhängt) überwiegt. (S. auch I. Abschnitt 1. Cap.)

Mit den Feuchtigkeitsverhältnissen ändert sich auch die Regenmenge; während das westliche England 1170 *mm* Regenfall im Jahre hat, ist der Mittelwert in Deutschland etwa 710 *mm* (v. Bebber), jener von Russland nur 580 *mm*.*) Für das norddeutsche Tiefland treffen 610 *mm*, für die mitteldeutschen Berglandschaften 690 *mm*, für Süddeutschland 820 *mm* Niederschlag (v. Bebber).

In folgender Tabelle sind die Regenmengen verschiedener Orte zusammengestellt.

Ort	Par. Zoll	Millim.	Ort	Par. Zoll	Millim.
Wien	21·2	574	Rom	29·6	800
Linz	25·8	698	Palermo	21·4	581
Prag	14·4	390	Hannover	19·2	520
Rehberg (Böhmerwald)	62·3	1687	Gotha	22·9	620
Hohenelbe (Riesengebirge)	34·2	926	München	29·9	809
Czernowitz	20·5	555	Strassburg	24·8	672
Ofen	16·7	452	Paris	21·4	579
Hermannstadt	23·9	647	Bordeaux	24·4	660
Laibach	50·9	1378	Lyon	28·7	777
Triest	40·4	1093	Madrid	15·0	407
Mailand	35·7	966	Lissabon	28·9	783

Von noch wesentlicherem Interesse ist die Vertheilung des Regens (der Niederschläge) auf die einzelnen Monate; in folgender Tabelle bezieht sich Stab 1 auf das südliche Hannover, Oldenburg, Westphalen, Niederrhein; Stab 2 auf die südliche Rheinprovinz, Hessen, Provinz Sachsen, Thüringen und Königreich Sachsen; Stab 3 auf Rheinpfalz, Elsass, Baden, Württemberg und Baiern, Stab 4 auf Mecklenburg, Pommern, West- und Ostpreussen; Stab 5 auf Posen, Brandenburg und die schlesische Ebene;

*) Westsibirien 370.

Stab 6 auf Böhmen, Mähren, Schlesien und Westgalizien; Stab 7 auf Ostgalizien, Bukowina und Siebenbürgen, Stab 8 auf die ungarische Ebene.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
December	9	8	7	8	7	7	6	8
Januar	7	6	6	6	6	5	4	6
Februar	7	6	6	5	6	6	5	5
März	7	7	7	6	6	7	7	7
April	7	7	7	6	7	7	7	7
Mai	8	9	10	8	9	10	12	11
Juni	10	11	11	11	12	13	15	12
Juli	11	12	11	13	13	12	14	11
August	10	11	11	12	12	12	11	10
September . . .	8	7	8	9	8	8	7	6
October	8	8	8	8	7	6	6	8
November . . .	8	8	8	8	7	7	6	9

Die Niederschläge sind in Centimeter angegeben.*)

Ähnlich dem Regenfall verhält sich aus naheliegenden Gründen die Bewölkung des Himmels. Das Landklima ist trocken und heiter, das Küstenklima feucht und düster. Ein Blick auf Fig. 34, in welcher die Orte gleicher Bewölkung (nach Renou) durch die Isonephenlinien



Fig. 34.

*) Über den Gang der relativen Feuchtigkeit und den Wechsel des Sättigungsdeficits sind schon auf Seite 21 und 22 nähere Mittheilungen gemacht worden.

verbunden sind, lehrt, wie die Heiterkeit des Continentalklimas in Europa ihren Ausdruck findet.

Ost- und Westküsten sind in ihren Temperaturverhältnissen meist ungleich. Durch die Temperaturgegensätze zwischen Meer und Land entstehen an den Küsten während des Morgens die sogenannten Seewinde und nach Sonnenuntergang die nach der See wehenden Landwinde. Und wie wir schon bei den Betrachtungen über die Temperatur hervorgehoben, prägen sich diese im Laufe des Tages eintretenden Schwankungenin typischer Weise in dem Verhalten der einzelnen Jahreszeiten wieder aus. Im Sommer steigt die Temperatur der über einem Continent lagernden Luft, ein barometrisches Minimum erzeugend. Nun strömt diesem Minimum (kältere) Luft von allen Seiten zu, die Strömungsrichtung aber erleidet durch die Erdrotation eine Drehung; auf der nördlichen Halbkugel strömen die Winde wirbelförmig im Sinne des Zeigers einer Uhr dem barometrischen Minimum zu (Cyklonen). Im Winter lagert über dem

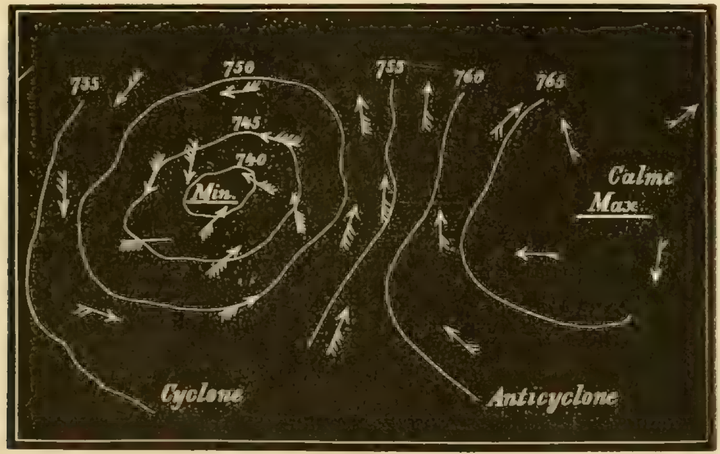


Fig. 35.

Continente ein barometrisches Maximum mit entgegengesetzter Windrichtung und Drehung der Winde (Anticyklone). Auf der südlichen Hemisphäre liegen die Verhältnisse umgekehrt. Fig. 35 zeigt die Windrichtung im Bereich der Cyklone und Anticyklone und die Vertheilung des Luftdruckes (die barischen Gradienten).

Durch diese besonderen Verhältnisse der Luftbewegung folgt, dass auf der nördlichen Halbkugel die westlichen Küsten im Winter südwestliche Winde, also Wärmezufuhr erhalten, während die Ostküsten vom nordöstlichen Winde bestrichen und sonach abgekühlt werden. Im Sommer dagegen erhalten die Westküsten die kühleren, die Ostküsten die wärmern Windströmungen. Das Klima der Westküsten ist sonach limitierter, wie jenes der Ostküsten. Das Kärtchen in Fig. 33 lässt diese Beziehungen unschwer erkennen; ebenso der Vergleich von Neapel und New-York, welche unter demselben Breitengrad (40°) liegen.

	Jahresmittel	Kaltester Monat	Heißester Monat
New-York (Ostküste) . . .	10·6	—1·7	24·2
Neapel (Westküste) . . .	16·5	9·0	25·1

Das Höhenklima

Obschon das Höhenklima im allgemeinen durch die niedrigere mittlere Jahrestemperatur charakterisiert ist, zeigt doch ein Höhenklima von gleicher mittlerer Jahrestemperatur mit einem Orte in nördlicherer Lage im Vergleich mit letzterem sich so mannigfach verschieden, dass die Eigenthümlichkeiten des Hochlandklimas besondere Besprechung erheischen.

Ansiedlungen der Menschen treffen wir bis zu sehr beträchtlichen Höhen und mögen von diesen folgende, ständig bewohnte Plätze genannt sein:

Ort	Breite	Seehöhe in Metern	Luftdruck in Millimetern *hg*	Mittlere Jahrestemperatur
St. Bernhard	45° 52′	2478	564	— 1·3° C.
Quito	0° 14′	2850	549	+ 13·2° „
Kloster Hanle (Thibet) . .	32° 48′	4610	433	+ 2·0° „

Die Luftverdünnung erreicht an manchen Orten einen sehr bedeutenden Grad und übt zweifellos den Einfluss auf die Gesundheit, nämlich auf die Frequenz der Athmung und des Pulses, den wir oben Seite 33 ff. bereits ausführlicher geschildert haben. Doch machen sich beim Besteigen bedeutender Höhen gewisse Symptome und Acclimatisationserscheinungen geltend, welche in ihrer Ursache vielfach misskannt und missgedeutet wurden.

Es treten bei vielen Menschen beim Besteigen von Höhen, die weit unter 3000 *m* liegen, Beschwerden auf, die man als Bergkrankheit bezeichnet hat; die Athemzüge sind stark vermehrt, die Hautvenen bis zur cyanotischen Färbung strotzend gefüllt; Schläfrigkeit, Kopfschmerz, Kältegefühl, Erbrechen, Gefühl der Ohnmacht und Unfähigkeit zum Weitersteigen stellen sich ein. Diese Symptome sind aber nur voll ausgeprägt, solange man ansteigt oder überhaupt Muskelarbeit leistet; sie verschwinden allmählich, oft geradezu plötzlich, während der Ruhepausen, um sofort wiederzukehren, wenn man aufs neue eine Anstrengung macht. Lebhafter Wind begünstigt das Eintreten der Erkrankung.

Die Ursache der Bergkrankheit, das unterliegt keinem Zweifel, ist im Mangel an Sauerstoff zu suchen, und dieser tritt schon bei relativ geringen Seehöhen auf, weil der Bergsteigende eine starke Arbeit zu leisten hat, zumal gar nicht selten durch die Belastung mit Gepäck die Kräfte in erhöhtem Maße aufgebraucht werden. In selteneren Fällen mag wohl auch die kühle Lufttemperatur auf den Bergen nebst der lebhaften Bewegung der Luft auf regulatorischem Wege die Verbrennung im Körper anfachen; die Regel ist es jedenfalls nicht, da ja die bei der Muskelarbeit erzeugte Wärmeproduction mehr als ausreichend ist, den Wärmeverlust zu decken. Es darf nicht in Erstaunen setzen, wenn die Bergkrankheit bei Bergsteigern sich bereits in Seehöhen fühlbar macht, bei welchen die Luftschiffer, welche emporgetragen werden, noch nicht im geringsten durch Sauerstoffmangel belästigt werden.

So verliert sich denn auch das Symptom der Bergkrankheit sofort beim Ruhenden oder dann, wenn reines Sauerstoffgas geathmet wird; die Symptome verlieren sich aber auch bei längerem Aufenthalt in bedeutenden Höhen durch Acclimatisation. Die Ursache des Sauerstoffmangels beruht nämlich, wie man annehmen muss, auf einer Er-

müdung der in lebhafterer Athmung nicht geübten Athemmuskeln. Stärken sich diese, so fallen die Symptome der Bergkrankheit — wenigstens innerhalb jener Seehöhen, innerhalb deren sie sich vordem einzustellen pflegten — aus.

Wie weit manchmal die Acclimatisation in dieser Richtung gehen kann, beweisen die Bergbesteigungen von Schlagintweit, welcher Höhen von 6780 *m* Druck 339·4 *mm Hg*, Partiärdruck 67·8 *mm Hg*, und jene von Whymper, der den Gipfel des Chimborazzo (6253 *m*) erstiegen hat.

Bei längerem Aufenthalt in bedeutenden Höhen scheinen — abgesehen von einer emphysemartigen Erweiterung der Lunge — wesentliche chronisch wirkende Schädigungen sich nicht einzustellen.

Mit der Seehöhe nimmt, wie allbekannt, die Temperatur ab, und zwar ziemlich regelmässig für je 100 *m* Höhenerhebung um 0·57° C., sowohl bei den Alpen als auch bei tropischen Gebirgen. Die Begünstigung der Wärmeaustsrahlung wird mit der Höhenlage immer mächtiger.

Der Umstand, dass die Lufttemperaturen mit der Höhe in eben genanntem Grade abnehmen, ist von großer Bedeutung. Man kann aus den Ergebnissen der mechanischen Wärmetheorie entnehmen, dass die Luft, wenn sie 100 *m* gehoben wird, durch ihre zunehmende Ausdehnung eine Wärmemenge verbraucht, welche die Temperatur der ganzen gehobenen Luftmasse um 1° C. erniedrigt. In gleicher Weise erwärmt sich Luft, welche um 100 *m* tiefer transportiert wird, um 1° C., weil sie ihr Volum verkleinert. Daraus folgt, dass einerseits erhitzte Luft nicht etwa bis zur Grenze der Atmosphäre aufsteigen kann, weil ihre Temperatur durch die Ausdehnung für 100 *m* Höhendifferenz um 1° sinkt, während die Temperatur der umgebenden Luft nur um 0·57° für 100 *m* abnimmt, und es folgt weiters, dass keine kalte Luft aus den Höhen herabstürzen kann, weil sie sich im Falle rasch erwärmend, in diesem gehemmt wird. So können also kalte Luftschichten über den tiefer gelegenen warmen Schichten lagern, ohne dass eine Mischung in großem Umfange einträte.

Es ist nicht ohne Interesse zu wissen, dass (zwischen dem 40° bis 50° n. Br.) die mittlere Jahrestemperatur eines Ortes für je 1° nördlicherer Lage um 0·78° C. abnimmt; diese Wärmedifferenz entspräche circa 140 *m* Seehöhendifferenz.

Die Temperaturabnahme ist für die gleiche Höhendifferenz in den einzelnen Jahreszeiten etwas verschieden und beträgt (für den Harz, Erzgebirge und Alpen) für 100 *m* Differenz:

Im Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
0·45°	0·67	0·70	0·53	0·58

Aber wer die thermischen Zustände nur nach den Lufttemperaturen bemessen wollte, würde ganz irrige Vorstellungen gewinnen.

Die Faulhornspitze liegt, wie die Magdalenenbai auf Spitzbergen, etwas unterhalb der Schneegrenze; ihr Klima ist aber trotzdem nicht zu vergleichen. Auf der Spitze des Faulhorns finden sich auf engem Raum zusammengedrängt 121 phanerogame Pflanzenarten, indes der ganze Archipel von Spitzbergen nur 93 aufweist.

Das Hochlandklima zeigt seine Eigenart in thermischer Hinsicht in der äußerst beträchtlichen Wärmestrahlung, die selbst bei kühlen

Lufttemperaturen in energischer Weise sich geltend macht, die Kühle der Luft behaglich erscheinen lässt und durch die Erzeugung hoher Bodentemperaturen selbst für kräftigere Pflanzenentwickelung genügend werden kann.

Die Umkehr der Verhältnisse bei Nacht, die rasche intensive Erkaltung des Bodens unter dem Einflusse der mächtigen Ausstrahlung bei relativ bedeutender Wärme der Luft pflegt für den Menschen, weil er sich ja um diese Zeit in den Gebäuden aufhält, wenig von Bedeutung zu sein.

Die Ursache der vermehrten Strahlung muss einerseits in der geringeren Tiefe der einen hochgelegenen Ort bedeckenden Schicht der Atmosphäre und weiters in der später noch zu besprechenden Abnahme des Wasserdampfgehaltes der Luft mit der Höhe gesucht werden; auf dem Mont-Blanc (4810 *m* Seehöhe) werden bei Zenithstand der Sonne nur mehr 6 Procent der Wärmestrahlen durch die Atmosphäre absorbiert (siehe Seite 49 und 51). Zur Zeit der Bestrahlung sind also charakteristisch hohe Bodentemperaturen und niedrige Lufttemperaturen. So fand Ch. Martins am 10. bis 18. August 1842, 9 Uhr morgens:

	Seehöhe	Luft	Bodenoberfläche
Auf dem Faulhorn	2680 *m*	8·2	16·2
indess in Brüssel gemessen wurde . .	50 „	21·4	20·1

Während der Nacht sank nach Martins auf dem Grand Plateau des Mont-Blanc die Temperatur des Schnees auf —19·2°, indess die Lufttemperatur noch —6·5° C. zeigte.

Für die Intensität der Wärmestrahlung auf den Bergen gewinnen wir bei Betrachtung der Sonnen- und Schattentemperaturen noch einen überzeugenden Ausdruck, wie aus folgenden Angaben hervorgeht:

Ort	Seehöhe	Schattentemperatur	Sonnentemperatur*)
Whitby	20 *m*	32·2° C.	37·8° C.
Pontresina . . .	1800 „	26·5° „	44·0° „
Diavolezza . . .	2980 „	6·0° „	59·5° „

Die Wirkung der Sonne auf den Bergen gewinnt durch die Exposition, d. h. Neigung der Bergflächen zu den Sonnenstrahlen, oft locale Eigenthümlichkeiten, wie man an Einzelgehöften im Gebirge zu beobachten Gelegenheit hat, und freilich in ihrer Wirkung geradezu überraschend müssen wir den Schutz gegen kalte Luftströmungen (Süd- oder Nordseite) bezeichnen, den Bergwände und Gebirgszüge bisweilen bieten können. Diese verschiedenartigen auf die Temperatur wirkenden Momente verflechten sich so innig, compensieren und verschärfen sich so mannigfaltig, dass eine Beurtheilung der Wärmeverhältnisse eines Einzelfalles nicht unbedeutenden Schwierigkeiten begegnet.

Hochgelegene Orte erfreuen sich auch wegen verminderter Absorption der Lichtstrahlen größerer Lichtfülle und sind in der Zeit des Sonnenscheins, beziehungsweise der Tageslänge, mit den tiefer gelegenen Orten gleicher geographischer Breite übereinstimmend.**) Bei gleicher mittlerer Jahrestemperatur haben wir in dem Höhenklima gegen-

*) Temperatur des Vacuumthermometers. S. S. 51.

**) Orte höherer Breite dagegen haben die kurzen Wintertage und langen Nächte, welche ungünstig auf den Menschen zu wirken pflegen.

über dem Klima von Orten höherer Breite sonnenreiche und helle Tage.

Die absolute Feuchtigkeit nimmt rascher mit der Höhe ab, als der Luftverdünnung entspricht (siehe Seite 33). Die relative Feuchtigkeit zeigt aber keine Gesetzmäßigkeit mit der Erhebung über dem Meere. Die Luft kann vielmehr dieselben Sättigungsgrade, wie in tiefer gelegenen Orten aufweisen. Doch ist überall auf den Bergen die Verdunstung wegen des niedrigen Luftdruckes eine gesteigerte.

Wir sehen also, dass zur Beurtheilung der Feuchtigkeitsverhältnisse eines Höhenklimas, wegen des kaum in Rechnung gezogenen Factors der vermehrten Verdunstung, Unsicherheiten vorhanden sind, wie wir sie bei der Beurtheilung der Temperatur durch die eigenthümliche Verschiedenheit der Luftwärme und strahlender Wärme auch schon kennen gelernt haben.

Bezüglich des Regenfalls und der Bewölkung hat man vielfach zwischen Regenseite und Trockenseite eines Gebirges zu unterscheiden; die Regenmenge ist in den Bergen immer reichlicher als in tiefer gelegenen Orten, weil beim Anprallen an die Berge die Windströmungen nach oben abgelenkt werden, mit den kühleren Luftschichten sich mengen, durch die Hebung sich kühlen und den Wasserdampf condensieren. Die Regenmenge im Gebirge nimmt übrigens nur bis zu einer mittleren Höhe zu, dann wieder ab.

Um eine ungefähre Orientierung über die Temperaturverhältnisse einiger wichtiger Orte Mitteleuropas zu ermöglichen, sind in folgender Tabelle Angaben (nach Hann) hierüber mitgetheilt.

Ort	N. Br.	E. L.	Seehöhe m	Januar	April	Juli	October	Jahr
Köln	50° 55′	6° 57′	60	1·6	9·7	18·7	10·8	10·1
Frankfurt a. M.	50° 7′	8° 41′	103	— 0·1	9·9	19·6	10·0	9·8
Kassel	51° 19′	9° 28′	204	0·0	8·3	17·3	9·1	8·6
Leipzig	51° 20′	12° 21′	119	— 1·2	8·3	18·0	9·0	8·5
Berlin	52° 30′	13° 24′	48	— 0·8	8·4	18·8	9·7	9·0
Rostock	54° 6′	12° 8′	16	— 0·5	7·2	17·5	9·2	8·3
Königsberg	54° 43′	20° 30′	23	— 3·9	5·6	17·3	8·0	6·6
Breslau	51° 7′	17° 2′	147	— 2·2	7·9	18·5	9·4	8·3
Prag	50° 5′	14° 26′	202	— 1·4	9·1	19·6	9·8	9·2
Wien	48° 12′	16° 22′	197	— 1·7	9·9	20·5	10·0	9·7
Strassburg	48° 34′	7° 45′	144	— 0·3	9·8	19·2	10·1	10·2
München	48° 9′	11° 34′	528	— 3·0	7·6	17·3	8·3	7·5
Zürich	47° 23′	8° 33′	470	— 1·2	9·1	18·7	8·5	8·6
Innsbruck	47° 16′	11° 24′	574	— 3·1	8·7	17·8	9·3	8·1
Graz	47° 4′	15° 28′	371	— 2·3	9·8	19·9	10·2	9·3
Hannover	52° 22′	9° 44′	58	0·6	8·4	17·9	9·8	9·1

Nicht ohne Wichtigkeit ist es auch für einige klimatishe Curorte, die betreffenden Wärmeverhältnisse mitzutheilen, weil wir über diese wenigstens genauere Angaben besitzen. Für die klimatischen Curorte, deren wir uns bedienen, um während der in unseren Breiten rauhen Jahreszeit auf den Heilbedürftigen einen seiner Gesundheit wohlthätigen Einfluss auszuüben, sind die Zahlen für November bis März in der folgenden Tabelle enthalten, zugleich im letzten Stab das mittlere absolute

Minimum, das uns gewissermaßen als Anzeige dient, auf welch' niedere Temperaturgrade wir gefasst sein müssen.

Ort	N. Br.	Seehöhe	November	December	Januar	Februar	März	Mittleres absolutes Minimum
Meran	46° 30'	310	5·6	1·8	0 3	3·4	7·8	— 8·3
Venedig	45° 26'	21	7·8	3·6	2·7	4·7	7·9	— 6·0
Montreux	46° 26'	385	5·3	1·6	0·9	2·3	5·1	— 11·2
San Remo	43° 50'	20	11·8	8·8	8·4	9·7	10·8	—
Nizza	43° 41'	20	12·1	9·2	8·4	9·0	11·0	— 0·9
Neapel	40° 52'	149	12·1	9·4	8·2	9·3	10·5	— 1·5
Algier	36° 47'	22	15·8	12·6	12·1	12·6	13·9	3·6
Madeira	32° 28'	25	18·4	16·7	16·2	16·1	16·0	9·0
Kairo	29° 59'	29	18·5	13 7	11·6	12·7	15·9	3·7

Zeitlicher Einfluss des Klimas auf Krankheiten.

Das Klima bedingt durch seine Eigenart entweder unmittelbar eine Reihe von Erkrankungen wie z. B. durch rasche Schwankungen der Temperatur, große Hitze, übermäßige Wärmestrahlung u. s. w., oder diese Momente erzeugen eine Erkrankungen begünstigende Disposition. Aber klimatische Verhältnisse vermögen auch auf einem mehr indirecten Wege einen Einfluss auf die Gesundheit zu üben, durch Begünstigung der Ausbreitung gewisser Infectionskrankheiten.

Diese zeitliche Beeinflussung der Krankheiten drückt sich durch einen unzweifelhaften Rhythmus der Sterblichkeit aus; geht man von einer durchschnittlichen Mortalität von 100 Fällen für jeden Tag des Jahres aus, so treffen im Deutschen Reiche für jeden Tag der einzelnen Monate.:

Januar	105	Juli	96
Februar . . .	111	August . . .	108
März	112	September .	104
April	104	October . .	92
Mai	98	November .	91
Juni	91	December .	94

Februar und März liefern die meisten, Juni, October, November die wenigsten Todesfälle. In Fig. 36 ist die Vertheilung der Todesfälle auf die einzelnen Monate graphisch dargestellt. Die Zahlen bedeuten, wie viele Todesfälle sich an jedem Tage ereignen, wenn der Durchschnitt des Jahres für den Tag 1000 Todesfälle ergibt.

Der Einfluss der klimatologischen Factoren wird noch besser ausgedrückt, wenn man nach den einzelnen Altersclassen die Ausscheidung der Todesfälle vornimmt. Das Kindesalter wird zu einer anderen Zeit als das Greisenalter gefährdet; ersteres erleidet während der Sommermonate August und September, letzteres im Januar und Februar die größeren Verluste.

Indem man noch weiter specialisiert, kann man sodann auch den Einfluss der klimatologischen Factoren auf bestimmte Krankheiten studieren; dies wird ausführlicher später bei Besprechung der Infections-

Mortalität in verschiedenen Ländern nach Monaten.

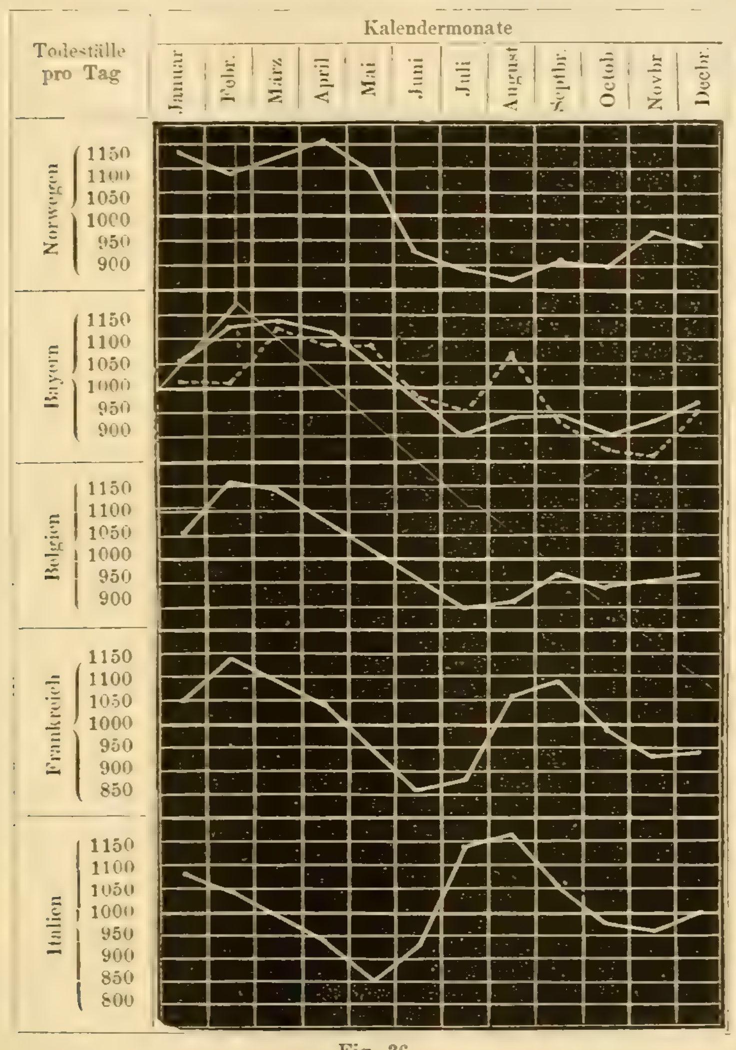


Fig. 36.

krankheiten geschehen; nur sei hier nach den Angaben von Baginsky für die in Berlin während des ersten Lebensjahres an Darmkrankheiten sterbenden Kindern die graphische Darstellung gegeben. Die kleinste Zahl der Mortalität wurde gleich 1 gesetzt (Fig. 37).

Der Monat Juli liefert also zweiundzwanzigmal so viel Erkrankungen als der Februar.

Cholera, Typhus, Malaria, Gelbfieber werden in ihrem Auftreten von Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst; Influenza, Blattern, katarrhalische Erkrankungen treten mehr zur kalten Jahreszeit, das Denquefieber, das Heufieber, die Darmaffectionen der Kinder aber während des Sommers auf. Wenig hervortretend ist bei Croup, Diphtherie, Pneumonien das Überwiegen während des Winters, und für Rückfallfieber, Keuchhusten und Phthisis ist wohl kaum eine Beziehung zu den einzelnen Monaten in der Ausbreitung der Krankheiten zu finden.

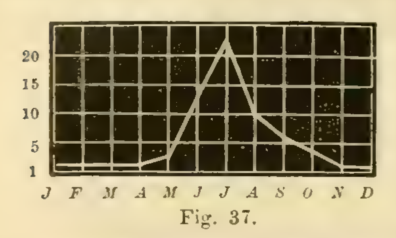


Fig. 37.

Zweites Capitel.

Excessive Klimate und Acclimatisation.

Das Klima des Kältepols.

Wer aus den häufigen Erkrankungen, welche während der rauheren Jahreszeit in unseren Klimaten sich einstellen, den Schluss ziehen wollte, dass der Aufenthalt in einem Orte innerhalb der Polargrenze oder im Umkreise des Kältepoles die uns bekannten Nachtheile rauher Witterung in wesentlich gesteigertem Maße zeigen müsste, würde sehr irren, vielmehr vermag der Mensch — so lehren zahlreiche Beobachtungen — bei geeigneter Fürsorge für Behausung und noch mehr für Kleidung den erstaunlichsten Kältegraden zu widerstehen. Ja die abnormste Kälte braucht nicht einmal als intensive Belästigung und Unbehaglichkeit empfunden zu werden, und Erkältungskrankheiten erreichen selbst bei nomadischer Lebensweise keine besondere Häufigkeit.

Die niedrigsten Temperaturgrade beobachtet man in Ost- und Westsibirien, und zwar scheint Werchojansk (67° 34′ n. Br. und 133° 51′ ö. L.) das Centrum des nördlichen Kältepols (der ja nicht mit dem Erdpol zusammentrifft) zu sein. Die Mitteltemperaturen dortselbst betragen:

Januar	April	Juli	October	Jahr
— 49	— 14	+ 15·4	— 13·9	— 16·7

Die Schwankungen der Temperatur innerhalb eines Jahres sind fast unglaublich — bis 64° C., ja innerhalb weniger Jahre können Minimum und Maximum sogar um 100° C. verschieden sein. Das beobachtete Minimum für Werchojansk beträgt — 63° C.

Aber trotz alledem — je trockener die Luft und windstiller die Atmosphäre, um so bequemer werden die abnormen Temperaturen ertragen. Gerade die Heiterkeit des Continentalklimas macht sich bei diesen niedrigen Temperaturgraden als ein wesentlicher Vorzug des Klimas geltend. Nach allen genaueren Angaben pflegt also der Aufenthalt in sibirischen Kältegraden keineswegs dem Körper Schaden zu bringen. Für die kältesten Winter auf dem Erdball, den der Sibirier

zu durchkämpfen hat, entschädigt ihn aber auf anderer Seite wieder eine nicht eben zu kurz dauernde warme Jahreszeit. In den Sommermonaten entfaltet sich eine reichliche Fauna wie Flora; der Baumwuchs ist schöner, die Vegetation mannigfaltiger und üppiger in Ostsibirien, als unter gleichen Breiten in Deutschland. (Adolf Erman.)

Das Polarklima.

Ein wesentlich anderes Bild tritt uns aber bei dem Aufenthalt des Menschen in der Polarregion entgegen. Zwar sind die absoluten Kältegrade keineswegs so bedeutend wie in Sibirien; im Polarklima fehlt aber vor Allem der warme Sommer, der mit einem Zauberschlage die schlummernde Natur erweckt und mit den üppigsten Farben die kurz vorher von Eis und Schnee starrende Fläche schmückt; es fehlt dem Polarklima der klare Himmel, und die Trockenheit der sibirischen Winterluft.

Dazu kommt noch die lange Abwesenheit jedweden Sonnenstrahles während der monatelangen Polarnacht.

Was uns an nachtheiligen Einflüssen über die Wirkung des Polarklimas bekannt wird, betrifft ebensowenig wie in Sibirien, die Kälte. Die intensivsten Kältegrade werden bei ruhiger Luft ohne Beschwerden ertragen (Payer), und selbst der rasche Temperaturwechsel, wie er beim Verlassen der Hütten oder des Schiffes eintritt, der mitunter 40 bis 60° C. beträgt, bleibt ohne Wirkung auf die Lunge. (Pavy.)

Erst mit Beginn der Polarnacht wankt die Gesundheit; Schläfrigkeit und Abneigung gegen Bewegungen befallen die Einen, Schlaflosigkeit, Gemüthsdepressionen die Anderen; Alle zusammen aber leiden an anämischen Zuständen, blass grünlichgelbe Verfärbung der Haut tritt ein. Keine Beobachtung könnte mehr, wie jene an den Polarreisenden, deutlicher den Antheil, den das Sonnenlicht an unserem Wohlergehen nimmt, erweisen. Die frische, reine Luft, an der es wahrlich den Nordpolfahrern nicht zu fehlen pflegt, reicht allein zur Erhaltung der Gesundheit nicht aus.

Die Acclimatisation, welche allerdings nur allenfalls für das sibirische Klima in Frage kommen kann, bietet, wenn man die Sommerszeit zur Einwanderung benützt, keine Schwierigkeiten.

Das Tropenklima.

Die Tropenzone, welche etwa 40 Procent der gesammten Erdoberfläche in sich begreift, trägt, wenige Fälle ausgenommen, den Stempel der Beständigkeit, die Temperaturschwankungen sind äußerst gering. So kommt es, dass von der Eintheilung des Jahres nach Jahreszeiten ganz abgesehen wird und nur gewisse zeitliche Trennungen durch den Regenfall gegeben sind — Regen- und Trockenzeit.

Die mittlere Jahrestemperatur der tropischen Zone bewegt sich zwischen 22 bis 28° C., und obschon die Temperaturen höchst selten auf 15° bis 20° sinken, leidet der Tropenbewohner sehr leicht unter Frostgefühl, wobei allerdings die leichte Bekleidung neben einer gewissen Verwöhnung der Haut mit Schuld trägt. Die Pulloneger in Gombé heizen bei 22° ihre Nachtlager. (Rohlfs).

Lichtfülle und Strahlung ist in den Tropen wegen des Hochstandes der Sonne sehr groß; in extremen Fällen werden dabei Bodentemperaturen von 75 bis 85° C. (Loangoküste) beobachtet, noch in bedeutender Tiefe besitzt er allenthalben 22 bis 28° C. (die mittlere Jahrestemperatur).

In Massaua misst das Brunnenwasser in 4 bis 5 Meter Tiefe noch 34 bis 35° C., die Oberflächentemperaturen des Oceans sind im Mittel 22 bis 28° C.

Die Regenzeit folgt in der Regel dem Eintritt des Hochstandes der Sonne, zwei Regenzeiten sind selten.

Über die Temperaturverhältnisse gibt folgende Tabelle Aufschluss:

Ort	Breite	Jahrestemp.	kältester Monat	wärmster Monat
Batavia	6° 11′N	25·9	25·5	26·4
Massaua	15° 36′N	31·4	25·5	36·9
Sansibar	6° 10′S	26·7	25·2	28·1
Calcutta	22° 32′N	24·8	18·1	28·4
Sierra Leone (Westafrika)	8° 29′N	26·8	24·8	28·4

Die extremsten Hitzegrade der Luft können aber noch viel höher sein; im Pandschab (Indien) sind Schattentemperaturen von 50° keineswegs selten.

Die höchsten Hitzegrade lassen sich ohne Schaden ertragen, wenn die Luft trocken ist, so dass die Verdunstung ausgiebig von statten geht. Dabei ist natürlich entsprechend der Wasserverdunstung von der Haut die Wasseraufnahme in den Getränken gesteigert und kann für den Tag bis 11 Liter (Rohlfs) oder darüber steigen.

Da die Lufttemperatur in den Tropen oft nahe der Bluttemperatur, ja selbst darüber liegt, hat die Wasserverdampfung für den unbedingt nothwendigen Wärmeverlust zu sorgen. In trockener Hitze und bei Luftbewegung befindet sich der Europäer wohl und ist selbst zu Arbeitsleistungen bereit; je höher aber der Feuchtigkeitsgrad steigt und die Wärmeabgabe hindert, in demselben Maße wird jede Bewegung mehr und mehr zur Last und schließlich bedeckt auch den Körper des Ruhenden profuser Schweiß. Aber diese dem Körper aufgezwungene Ruhe bringt ihm weder Schlaf noch Erquickung; der Hitzschlag kann unter Umständen sogar bei Ruhenden eintreten. Trotz der für den Hitzschlag oder Sonnenstich günstigen Bedingung wird derselbe durchaus nicht so häufig in den Tropen beobachtet, als man etwa meinen sollte.

Als ein wesentliches Mittel zur Abkühlung und Erfrischung ist in den Tropen das Bad anzusehen, da ja das Wasser, selbst wenn es auf 22 bis 28° temperiert ist, dem Menschen noch reichlich Wärme zu entziehen im Stande ist. Die Bäder erfüllen allerdings noch einen anderen bei der gewaltigen Inahspruchnahme der Leistungen der Haut durch die Schweißsecretion nicht minder wichtigen Zweck — den der Hautreinigung, der Hautpflege. Die Schweißsecretion ist so sehr in manchen Fällen gesteigert, dass bei trockener Luft die Haut nach Verdunstung des Wassers mit den krystallisierten und festen Bestandtheilen des Schweißes überzogen ist. Auch die Talgdrüsen des Ohres zeigen eine lebhafte Vermehrung ihrer Secretion, ebenso jene an dem Penis; Haare und Nägel wachsen rasch.

Die Gefahren der Tropen werden vielfach überschätzt und ungerecht beurtheilt; ein Theil derselben, insoweit damit Störungen der

Wärmeökonomie zusammenhängen, lässt sich bei geeigneter Bekleidung (durch Schutz des Kopfes und Nackens gegen die Bestrahlung helle, weite, baumwollene Kleidung), maßvoller Nahrungszufuhr, richtiger Eintheilung der Ruhepausen (während des Hochstandes der Sonne u. dgl.) und geeigneter Hautpflege mit Sicherheit vermeiden.

Andere Gefahren dagegen entspringen aus dem Umstande, dass der Einwanderer häufig unter ganz ungünstigen Verhältnissen zu leben gezwungen ist. Der einwandernde Europäer nimmt vielfach eine andere sociale Stellung ein, wie in seinem Heimatlande; die ersten Wohnungen sind schlechte und dürftige Hütten, die bei der Unbekanntschaft mit dem Lande nicht selten an ungesunden Stellen errichtet werden, die Nahrungsmittel sind ungewohnt, ihre Zubereitung oft nur mangelhaft und die Speisen bei der hohen Lufttemperatur leicht der Verderbnis ausgesetzt, die Versorgung mit Trinkwasser ist häufig kümmerlich, ja bedenklich. Niemand wird nun bezweifeln können, dass wenn man in unserem Klima in ähnlicher Weise alle hygienischen Rücksichtnahmen außer Acht lassen wollte, der Gesundheitszustand ein schlechter sein müsste, und es bleibt zu hoffen, dass mit dem Fortschreiten der Cultur und dem Entstehen von sanitär angelegten Ortschaften eine wesentliche Verminderung der derzeitigen Gefahren erreicht werde.

Viele tropische (Flachland-) Gegenden scheinen aber in der That in ihrem Boden krankmachende Einflüsse zu bergen (endemische Krankheiten), welche ein Hindernis für eine ausgiebige Einwanderung werden müssen. So beobachtet man vielfach in größter Ausdehnung im tropischen Afrika Malaria, mit zahllosen Abstufungen vom leichtesten Unwohlsein bis zum raschesten Hinsterben (Buchner); auch die eingeborene Bevölkerung wird nicht verschont. Im Ostsudan liegt zu Ende der Sommerzeit ein Viertel der eingeborenen Bevölkerung an Fieber darnieder. (Menges). Außerdem sind Dysenterie und Blattern im Innern Afrikas weit verbreitet. Unter den Fiebern werden auch solche beobachtet, bei denen die gleich bei Beginn der Erkrankung auftretende Gelbsucht ein hervortretendes Symptom bildet. Auf Madagaskar ist der schlimmste Feind das „Fieber“; auch in Niederländisch-Indien erzeugen die Fieber die meisten Krankheitsfälle, neben Dysenterie, Leberkrankheiten und der in den letzten Jahren sich außerordentlich verbreitenden Beri-Beri-Krankheit. Letztere ist charakterisiert durch allgemeine Mattigkeit, Herzangst und rapid verlaufende Wassersucht, Sensibilitäts- und Motilitätsstörungen. Complicationen von Seiten der Leber, Milz oder Nieren beschleunigen den Verlauf. Oft tritt in wenigen Tagen der Tod ein. Auch in dem tropischen Amerika scheinen — soweit es sich nicht etwa um einen hochgelegenen Ort mit charakteristischem Höhenklima handelt — die gleichen Feinde, die wir schon genannt, die Gesundheit zu bedrohen und außerdem kömmt in dem gelben Fieber noch ein neuer hinzu.

Übersieht man nun alle diese Erkrankungsmöglichkeiten, so sind es im Wesentlichen die Fieber, leichte Intermittensformen, wie schwere, welche das Hauptcontigent der Erkrankungen ausmachen. Es sind übrigens Verschiedenheiten zwischen Küstenklima und jenem im Inneren des Landes beobachtet; nach dem Berichten über Niederländisch-Indien ist die Gesundheit an der Küste weit mehr gefährdet. Ob aber hier nicht etwa auch die verschiedene Höhenlage der Küsten- und Binnenlandsorte mit in Rechnung gezogen werden müsste, mag dahingestellt bleiben.

Statistische Erhebungen über den Einfluss des Tropenklimas auf die Sterblichkeit der Europäer sind aus naheliegenden Gründen nur in beschränktem Umfange vorhanden. Für die niederländisch-indischen Truppen (soweit es sich um Europäer handelt) ist sichergestellt, dass dieselben eine weit höhere, vielleicht die doppelte Sterblichkeitsziffer haben, als die gleiche Altersclasse in Europa, und eine Krankheitsziffer, welche für jeden Mann eine mehrmalige ärztliche Behandlung innerhalb eines Jahres berechnen lässt. Schlimmer als die Europäer sind die Afrikaner betroffen, wesentlich gesünder aber erhalten sich die Eingeborenen.

Aber auch nach Überlegung dieser Zahlen möge man beherzigen, dass man es hier mit den Krankheits- und Sterblichkeitsverhältnissen der Mannschaften zu thun hat, die social besser situirten Officiere haben auch andere Gesundheitsverhältnisse. Der Beruf des Soldaten ist übrigens nach seiner körperlichen Leistung bemessen der eines Arbeiters, und mögen wir also nur so viel aus dem Gesagten entnehmen, dass ein mit körperlichen Anstrengungen verbundener Beruf in den Tropen der Gesundheit mehr Gefahren bringt, als in unseren Breiten.

Anders aber liegt die Sache für den Colonisten, der in seinen Gewohnheiten dem Klima sich besser zu accommodieren in der Lage ist, keine schwere Arbeit verrichtet, in der Eintheilung seiner Arbeitszeit ungehemmt bleibt und der Pflege des Körpers genügend Aufmerksamkeit widmet. Für ihn ist jedenfalls die Gefährdung der Gesundheit nur wenig größer, als in der gemäßigten Zone. Auch der geistigen Anstrengung ist das Tropenklima nicht feindlich, wie häufig angenommen wird.

Die Frauen sind, vorausgesetzt, wie im vorhergehenden Falle, dass ihre sociale Stellung eine gewisse Schonung ihrer Kräfte zulässt, wenigstens nach den Angaben für Niederländisch-Indien nicht mehr, sondern weniger gefährdet als die Männer. Sie welken aber bald, Störungen des Genitalapparates, verbunden mit anämischen Zuständen, findet man häufig; da nun in den Tropen der Geschlechtstrieb wesentlich erhöht wird, darf es nicht wundernehmen, dass die Europäer ihre kränklichen Frauen den gesunden und kräftigeren eingeborenen Frauen gegenüber zurücksetzen und so zur Vermehrung der Mischracen Veranlassung geben. Dies ist ein Grund, der das Zurückweichen der eingewanderten europäischen Bevölkerung zur Zeit begünstigt.

Bleibt nun schon deswegen die Fortpflanzung unvermischter weißer Rassen sehr unwahrscheinlich, so führen aber weiters die Beobachtungen über die Gesundheitsverhältnisse eingewanderter oder in den Tropen geborener Kinder weißer Eltern, da diese Kinder kaum die Pubertät erreichen, zu dem Schlusse, dass für das afrikanische und asiatische Tropenflachland die Fortpflanzung reiner (weißer) Rasse ganz unwahrscheinlich, jedenfalls aber in größerem Maßstab nie durchführbar wird. Eine Einwanderung in größerem Stile ist also unmöglich.

Eine häufig aufgeworfene Frage ist jene, ob eine Acclimatisation an das Tropenklima stattfände. In gewissem Sinne wird dieselbe bejaht, insoferne nämlich der Eingewanderte lernt, mit den ungewohnten Verhältnissen zu rechnen und viele Schädlichkeiten zu vermeiden.

Weiter aber scheint sich die Wirkung nicht zu erstrecken, wenigstens nicht in einer Generation. Eine Immunität gegen Malaria wird nicht erworben; sie hat, wo sie beobachtet wird, meist von Anfang an bestanden, und schon oben haben wir berichtet, dass im Ostsudan ein Viertel der einheimischen Bevölkerung zu gewissen Zeiten an Fieber darniederliegt. Vielfach aber wird nach längerem Aufenthalte im Lande die Heftigkeit der Anfälle gemildert. Ebensowenig wie bei Malaria soll sich bei anderen endemischen Krankheiten eine Acclimatisationswirkung zeigen.

Die zweite wesentliche Aufgabe der Klimatologie, die wir als „medicinische Geographie" bezeichnet haben ist, für die Tropen in kurzem Umrisse miteingeflochten worden, im Übrigen muss aber auf die specielle Betrachtung der einzelnen Infectionskrankheiten (siehe später) verwiesen werden.

Literatur: Lommel, Wind und Wetter, München 1873. — Hann, Klimatologie, Wien 1883. — Renk, die Luft, Handbuch d. Hygiene 1885. — Brückner, Klimaschwankungen Wien 1890. — Hirsch, Handbuch der histor. geog. Pathologie, Stuttgardt 1881 bis 87. — Das Leben in der Tropenzone, nach Dr. van der Burg, bearbeitet von Dr. Diemer Hamburg 1887. — Magelssen, die Abhängigkeit der Krankheiten von der Witterung, Leipzig 1890. — Krieger, Aetiolog. Studien, Strassburg 1880.

Fünfter Abschnitt.

Das Wohnhaus.

Erstes Capitel.

Zweck des Wohnhauses.

Die hauptsächlichste Aufgabe der menschlichen Wohnung besteht in dem Schutze, gegen Unbilden und Gefahren der Witterung; in ihrem Innern muss ein von der Außenwelt unabhängiges, unser Wohlbefinden beförderndes künstliches Klima geschaffen werden. Wir wollen Schutz erhalten gegen Regen wie Feuchtigkeit, gegen Wind und Sturm, die Räume durch Heizung auf eine uns behagliche Temperatur erwärmen, oder in der Sommerszeit der glühenden Sonne uns entziehen; wir wünschen Licht und Luft in unseren Wohnungen und nur im Besitze all dieser Wohlthaten und künstlichen Lebensbedingungen, können wir ungestört, im Gefühle des uns umgebenden Schutzes und frei von der Sorge der das Wohlbefinden bedrohenden Gefahren der eigentlichen Lebensaufgabe uns widmen.

Aber keineswegs immer glückt es, in dem Wohnhaus, das wir als ein Kampfmittel gegen die feindliche Einwirkung des Klimas errichten, jederzeit auch einen Hort unserer Gesundheit zu finden. Nur zu häufig schließen wir nicht nur die Unbilden der Witterung, sondern auch Luft, Licht und Wärme aus dem Hause aus und erzeugen in dem Bollwerk gegen Krankheiten eine Quelle selbstgeschaffener Gefahren. Die Beheizung und künstliche Beleuchtung ersetzen uns wohl, was ein rauhes Klima an Licht und Wärme uns versagt, werden aber doch selbst bisweilen bei unrichtiger Anlage die Ursache neuer Übel.

Mit dem Witterungsschutz allein ist übrigens die Aufgabe des Hauses nicht erfüllt. In einem den sanitären Anforderungen entsprechenden Gebäude müssen genügende Räume für die Forderungen des täglichen Lebens, Schlaf-, Wohn- und Küchenräume, in zweckmäßiger Vertheilung vorhanden sein. Der Gewinnung derartiger Einrichtungen für den Minderbemittelten stehen freilich zahllose Hindernisse in dem Wege; aber es gibt kaum eine wichtigere Aufgabe als die Erreichung dieses Zieles. Eine Wohnung muss nach der Tagesarbeit

einen behaglichen Aufenthalt bieten, dann äußern sich auch nach anderen Richtungen hin wohlthätige Folgen. Das Familienleben wird gehoben und damit die Moralität, und kein Mittel vermag in wohlthuenderer Weise das Wirtshausleben und den Alkoholmissbrauch einzuschränken als die Behaglichkeit der eigenen Behausung; mit dem Sinne für die Entwickelung des Familienlebens im Hause hebt sich der Trieb zur Behaglichkeit und Reinlichkeit und damit wird indirect der Verbreitung von Krankheiten entgegengetreten.

Feuchte Wohnungen.

Soweit der Regenfall eine Durchnässung des Hauses erzeugen könnte, ist derselben durch wasserdichte Bedachung, über das Mauerwerk vorspringendem Dache und Dachtraufe, allenfalls auch durch Verschalung der dem Winde und Regen am meisten ausgesetzten Seitenwände mit Holz (Wettermantel) leicht zu begegnen.

Die Durchfeuchtung des Hauses, beziehungsweise seiner Wandungen, tritt aber auch von unten, vom Boden aus ein, verursacht durch capillare Aufsaugung von Wasser durch das Mauerwerk bei feuchtem Untergrund. Zur Verhütung dieses Übelstandes ist auf eine gehörige Auswahl des Baugrundes Bedacht zu nehmen, indem Stellen, an welchen die Mauern zeitweise oder immer im Grundwasser stehen, vermieden werden. Je nach der Bodenart muss die Sohle des Hauses verschieden weit vom höchsten Grundwasserstand entfernt liegen (0·5 *m*, 1 *m* und darüber). Bisweilen lässt sich durch Drainage des Bodens, d. h. Einlegen von Thonröhren mit durchbrochenen Wandungen und Ableitung des Wassers, ein Austrocknen des Untergrundes erreichen. Hilfsmittel gegen Nässe der Mauern sind das Einfügen von Asphalt zwischen die Steinlagen oder das Verputzen mit Asphaltmörtel (an der Außenseite), endlich die Errichtung von Isolirmauern, welche 0·5 *m* von den Hausmauern entfernt bis an die Oberfläche des Bodens geführt werden. Zwischen Hauswand und feuchtem Erdreich entsteht dann gewissermaßen ein Graben, welcher durch die Atmosphäre beständig ventiliert und ausgetrocknet wird.

Eine ganz gewaltige Durchfeuchtung des Hauses findet bei jedem Neubau statt. Die Baumaterialien, Kalk wie Bausteine, verbinden sich nur im wasserdurchtränkten Zustande, und die Menge des aufzunehmenden Wassers ist keine geringe. Der gebrannte Kalk bedarf zur Bildung von Kalkbrei die dreifache Menge von Wasser, obschon zur Erzeugung von Kalkhydrat $Ca\,O + OH_2 = Ca\,(OH)_2$ für 1 Theil nur 0·32 Theil Wasser nöthig wären, und die Baumaterialien nehmen in ihre Poren gleichfalls reichliche Mengen Wassers bei der Benetzung, welche dem Einfügen der Steine vorausgeht, auf. All die aufgenommene Feuchtigkeit soll, ehe ein Haus als trocken gelten kann, durch Verdunstung entfernt, und das Haus lufttrocken geworden sein. Für ein Backsteinhaus mit drei Stockwerken à 5 Zimmer berechnet Pettenkofer 85·000 *l* Wasser in dem Mauerwerk abgelagert.

Nur ein verschwindend kleiner Theil des abgelagerten Wassers wird nicht durch die Austrocknung allein, sondern durch die Kohlensäure

der Luft frei gemacht — nämlich das an Kalk als Hydratwasser gebundene:

$$Ca\ (OH)_2 + CO_2 = CO_3\ Ca + OH_2.$$

Es macht kaum mehr als 5 Procent der Gesammtfeuchtigkeit aus; das Aufstellen von Kohlen- oder Coaksöfen trägt durch die Kohlensäureerzeugung nur wenig zur Entfernung des Wassers aus den Gebäuden bei.

Wie schon oben gesagt, müssen letztere, ehe sie bewohnt werden, lufttrocken geworden sein; die Austrocknung erfolgt im allgemeinen nur langsam und sind bei mittleren Klimaten mindestens vier Sommer- und etwa sechs Wintermonate (beziehungsweise Herbstmonate) nothwendig. Die künstliche Austrocknung bewerkstelligt man durch kräftiges Heizen der Räume bei gleichzeitiger Ventilation, damit die mit Wasserdampf beladene Luft entweiche und durch trockene ersetzt werden kann.

Gut ausgetrocknete Mauern enthalten nicht mehr als 0·4 — 0·6 % freies Wasser. Neubauten sind als trocken anzusehen, wenn der Gesammtmörtel nicht mehr als 1 % Wasser enthält. 4 — 5 % Feuchtigkeit machen sich für das Gefühl bereits deutlich bemerkbar. (Lehmann u. Nussbaum.)

Sind die Räume nicht völlig ausgetrocknet und die Poren des Materials eben erst für Luft durchgängig geworden, so können beim Beziehen solcher Räume „feuchte Flecken“ an den Wandungen wegen Schließung der Poren durch Condensation von Wasserdampf wahrgenommen werden. (Pettenkofer.)

Eine weitere, häufige und sehr ausgiebige Quelle, welche die Wohnräume feucht macht, ist die Verwendung von ungeeignetem Bauwasser bei Herstellung des Hauses. Wenn das beim Bau zum Mörtelmachen verwendete Wasser viel salpetersaure Salze und Chlorverbindungen enthält, verbindet sich der Kalk mit dem Chlor der Chlorverbindungen des Wassers zu Chlorcalcium. Dieses sowohl, sowie die salpetersauren Salze sind bekanntlich Körper, welche die Fähigkeit besitzen, beträchtliche Mengen von Krystallwasser zu binden. So vermögen 56 Gewichtstheile vollkommen wasserfreien Chlorcalciums 108 Theile Wasser anzuziehen und zurückzuhalten. Wenn aber über wasserhaltiges Chlorcalcium trockene Luft strömt, so gibt ersteres an letztere einen Theil des Wassers wieder ab. Gerade so verhält sich auch jenes Chlorcalcium und die salpetersauren Salze, welche nach dem Verdampfen des Mörtelwassers in den Mauern des Gebäudes zurückbleiben. Sie wirken wasseranziehend bei feuchter Witterung oder bei stärkerem Wassergehalt der Luft, und geben das Wasser wieder ab, sobald die das Mauerwerk umgebende Luft einen gewissen Grad von Trockenheit erreicht. Wände, zu deren Mörtel solches Wasser benutzt wurde, erscheinen bald trocken, bald nass, bald saugen sie Feuchtigkeit auf, bald dunsten sie dieselbe ab. Durch diesen ununterbrochen ablaufenden Wechsel bröckelt sich das Mauerwerk ab, zerfällt, und der Mauerfraß macht immer größere Fortschritte; die eingetrockneten, hygroskopisch wirkenden Salze des Mauerwerks können nicht beseitigt oder in ihrer Wirkung unschädlich gemacht werden, außer durch gänzliche Entfernung des sie enthaltenden Baumaterials.

Das ungeeignete Bauwasser ist nicht die einzige Ursache dieser Art von Mauerfeuchtigkeit. Auch mit gutem Wasser gebaute, und selbst längere Zeit nach dem Bau ganz trocken gewordene Mauern können chlorcalcium- und salpetersalzhaltig und demnach im oben besprochenen Sinne feucht werden, wenn durch Unwissenheit, Unzweckmäßigkeit und Unreinlichkeit die Mauern nachträglich mit den erwähnten wasseranziehenden Substanzen infiltriert werden. Es ist das häufig der Fall. Wenn die Abortschläuche undicht geworden sind und deshalb jene Massen, welche durch sie abfließen sollten, die Mauern beschmutzen, so werden die stickstoffhaltigen Substanzen, welche mit der Wand in Berührung kommen und zum Theil von derselben aufgesaugt werden, innerhalb des porösen Mauerwerks zu salpetersauren Salzen umgewandelt, die obenerwähnten Übelstände verursachen.

Am häufigsten werden die Wohnräume feucht durch ein unzweckmäßiges Gebaren der Bewohner selbst. Man erinnere sich nur, dass ein erwachsener Mensch etwa 1—2 *kg* Wasser durch die Haut und Lunge an die ihn umgebende Luft täglich abgibt. (S. S. 27.) Wird also ein zu kleiner Wohnraum von mehreren Personen benutzt, so sammeln sich in kurzer Zeit sehr beträchtliche Quantitäten von Wasserdampf in der Luft an. Ein größerer oder kleinerer Theil dieses vom Stoffwechsel herstammenden und aus dem Organismus ausgeschiedenen Wassers schlägt sich an den kälteren Wandungen nieder, macht sie feucht, durchtränkt sie. Diese Erscheinungen werden um so früher und um so intensiver eintreten, je dichter ein Wohnraum besetzt ist, je leichter seine Wandungen abgekühlt werden können und je weniger er gelüftet wird. Dicke Mauern kühlen sich beim Fallen der äußeren Temperatur bedeutend langsamer und weniger ab als dünne. Unter sonst gleichen Umständen werden demnach dicke Mauern weniger feucht als dünne. Das beste Hilfsmittel gegen diese Art der Durchfeuchtung der Wände ist und bleibt Reinlichkeit, möglichst geringer Belag mit Insassen, häufige und ausreichende Lüftung, insbesondere zu Zeiten, wenn die Außenluft trockener ist, und die Abhaltung anderweitiger Wasserdünste. So einfach diese Abhilfe erscheint, so schwierig ist sie in den meisten Fällen durchführbar. Der Arme lüftet nicht, weil er dadurch die theuer erkaufte Wärme zu verlieren befürchtet; er wohnt enge zusammengedrängt mit seiner Familie.

Viele Inwohner unterlassen es, die Küche fleißig zu lüften. Die Folge davon ist, dass die anstoßenden Wände durch die massenhaften Dünste, welche sich in der Küche entwickeln, in kurzer Zeit gänzlich durchnässt werden. Zudem wird auch häufig die Küche als Waschlocal für Wäsche benutzt, sogar in Häusern, welche eigene Waschküchen haben, weil die Hausfrauen es ökonomischer und bequemer finden, mit den Speisen gleichzeitig auch die schmutzige Wäsche auszukochen.

In Räumen mit feuchten Wandungen ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft erhöht, und in allerdings excessiven Fällen k a n n e s s o weit kommen, dass schon mäßige Wärmegrade ein lästiges Gefühl erzeugen, also für den Menschen eine Wärmestauung vorliegt. Der Wasserdampf der Luft schlägt sich bei Abkühlung solcher Räume an den kühleren Stellen der Wandungen, in den Ecken, hinter Möbeln u. s. w. nieder und gibt (namentlich in tapezierten Räumen) zu i n t e n s i v e r S c h i m m e l b i l d u n g oder — wenn der Wassergehalt genügend wird — auch

zur Entwickelung anderer Keime Veranlassung; doch wissen wir darüber nichts Zuverlässiges.

Feuchte Wandungen sind namentlich während der kälteren Jahreszeit kühler als trockene, und es kann die directe Berührung der Wand beim Schlafen Belästigung wie Schaden bringen, die Ausstrahlung gegen feuchte Mauern ist erhöht und was wohl das Wichtigste ist, der Luftaustausch d. h. die Ventilation des Raumes, solange die Poren des Baumaterials mit Wasser gefüllt sind, unmöglich. Dieser Umstand trägt dann noch weiter dazu bei, solche Räume unwohnlich zu machen. Die Luft verschlechtert sich rasch, der Wasserdampf des Beleuchtungsmateriales, wie derjenige der Athemluft sättigen die Luft und geben der Atmosphäre etwas unangenehm Schwüles und Beklemmendes.

Dies hindert manchmal nicht, dass Jene, welche den Mauern nahe sich befinden, keineswegs das Gefühl behaglicher Wärme haben.

Die Unbehaglichkeit und der Nachtheil feuchter Wohnungen tritt übrigens wesentlich nur bei der ärmeren Bevölkerung hervor. Sind die Räume nicht zu dicht bewohnt und verfügt man über ausgiebige Heizung und sieht auf fleißiges Lüften der Wohnung, so wird selbst bei nicht völlig befriedigender Austrocknung ein belästigender oder gar gesundheits nachtheiliger Feuchtigkeitsgrad der Luft, Luftverschlechterung u. s. w. wohl kaum beobachtet; die Schimmelbildung dagegen lässt sich nicht völlig vermeiden. Sie kann durch fleißiges Entfernen des Pilzbelages und die allmähliche Austrocknung bekämpft werden.

Zur Bestimmung der Feuchtigkeit fehlt es zur Zeit noch allgemein anwendbarer Methoden. Glässgen nimmt als Maßstab der Wandfeuchtigkeit den Wassergehalt des Mörtels. Von letzterem wird eine gewogene Menge in kohlensäurefreier Luft zur Bestimmung des hygroskopischen und zwischen gelagerten Wassers getrocknet und der Gewichtsverlust durch Wägen bestimmt. Sodann wird durch einen (trockenen) Kohlensäurestrom das Hydratwasser unter Bildung von CO_3 Ca ausgetrieben. Dabei nimmt aber das Gewicht des Mörtels wieder zu, weil an Stelle von OH_2 (= 18) Theilen) CO_2 (= 44 Theile) in die Verbindung mit Kalk getreten ist. Sonach hat man für eine Gewichtszunahme von 44 — 18 = 26 ein Molekül Wasser (= 18) zu rechnen, für 1 Theil Gewichtszunahme also rund 0·69 Theile Hydrat-Wasser. Im Allgemeinen dürfte es übrigens schwer werden durch Analyse von einer immerhin geringen Menge von Mörtel zuverlässige Mittelzahlen zu erhalten. Auch fehlt es zur Zeit an ausgedehnteren Untersuchungen, um allgemein verbindliche Grenzwerte für den Feuchtigkeitsgehalt der Mauern aufzustellen.

Zur Bestimmung des noch nicht in kohlensauren Kalk umgewandelten Kalkantheils kann man nach Lehmann und Nussbaum folgendermassen verfahren:

100 cc Wasser werden in einem Kölbchen durch Kochen von Kohlensäure befreit; dann der zu untersuchende Mörtel (1—10 Gr.) in das Kölbchen gebracht und unter zeitweiligem Schütteln 24—48 Stunden stehen gelassen. Von der Flüssigkeit wird alsdann ein Theil mit $\frac{1}{10}$ Normalschwefelsäure unter Zusatz von Rosolsäure als Indicator titrirt, 1 cc. der Säure entspricht 3·69 *mgr* $Ca\,(OH)_2$.

Die übrigen sonst noch angewendeten Methoden zur Bestimmung der Mauerfeuchtigkeit sind noch weniger zureichend als jene von Glässgen. (S. das Capitel Ventilation.)

Zweites Capitel.

Die Wärmeökonomie des Wohnhauses.

Die natürliche Wärmeökonomie.

Das Haus ist unbeheizt in seiner Temperatur von den klimatischen Einflüssen abhängig. Die Wärmezufuhr besteht entweder direct in der Bestrahlung durch die Sonne, bei bewölktem Himmel in diffuser Wärmestrahlung des Himmels, ferner der Bestrahlung durch benachbarte terrestrische Gegenstände (reflectierte Wärme), oder sie besteht in der Wärmezuleitung durch die erwärmte Luft und von dem erwärmten Boden. In reciproker Weise findet der Wärmeverlust durch Ausstrahlung, durch Übertragung der Wärme an die Luft und Ableitung von Wärme in den Boden statt. Die Erwärmung oder Abkühlung durch Contact mit der Luft ist wesentlich (neben der Temperaturverschiedenheit) von der Windgeschwindigkeit abhängig. Da während eines Regens die Hauswandungen oft intensiv durchnässt werden, so ist zeitweise, wenn man von der unmittelbaren Wirkung der Durchfeuchtung durch kühleres oder wärmeres Regenwasser absieht, eine Abkühlung des Hauses durch verdunstendes Wasser nicht ausgeschlossen.

Die Wärmewirkung, welche ein Haus trifft, macht sich nicht sofort auch in den Wohnräumen geltend, da die Wände des Hauses im Allgemeinen aus schlechten Wärmeleitern zusammengesetzt sind, wie Holz, Stein, Mörtel, und die Wandungsdicken durchwegs nicht unbedeutend zu sein pflegen. Dann aber bildet das Baumaterial bei seiner großen Masse trotz der wesentlich kleineren Wärmecapacität als Wasser (1 Volum Holz hat eine specifische Wärme von 0·32, Marmor von 0·506), zur Wärmeaufspeicherung günstige Gelegenheit.

Dies tritt besonders hervor, wenn man die Verhältnisse der Wärmeübertragung durch die Luft ins Auge fasst. Um 1 m^3 weichen Holzes zu erwärmen, müssten nicht weniger als 1083 m^3, und um 1 m^3 Marmor 1° zu erwärmen, nicht weniger als 1988 m^3 Luft sich um 1° abkühlen.*) Umgekehrt vermögen die Baumaterialien, wenn sie einmal erwärmt sind, ungeheure Mengen von Luft zu erhitzen, ehe die Abkühlung vollendet ist.

Die Hauswandungen sind also Speicher für die Wärme, welche das Eindringen der Wärme hindern, aber leider auch in manchen Fällen noch Hitze abgeben, wenn die Erwärmung des Hauses längst aufgehört hat.

---

*) Weiches Holz hat ein specifisches Gewicht von 0·5; 1 m^3 = 500 *kg*, bei der specifischen Wärme von 0·65 ist der Wasserwert von 1 m^3 also = 325 *l* Wasser, und da zur Erwärmung von 1 m^3 Luft um 1° rund 0.3 Cal. erforderlich sind, so sind zur Erwärmung von 325 *l* Wasser $\frac{325}{0·3}$ = 1083 m^3 Luft nothwendig. 1 m^3 Marmor wiegt 2840 *kg*; bei einer specifischen Wärme von 0·21 ist der Wasserwert = 596·4 *l*, also zur Erwärmung $\frac{596·4}{3·0}$ = 1988 m^3 Luft nöthig.

In den Sommermonaten kann die steigende Erwärmung der Zimmerluft durch die durchwärmten Wandungen bis tief in die Nacht hinein anhalten. (Flügge.)

Die intensivste, die verschiedenen Theile des Hauses höchst ungleich erwärmende Quelle ist die Bestrahlung durch die Sonne, für deren absolute Werthe schon p. 50 ff. die näheren Angaben gemacht worden sind. Der Auffallswinkel modificiert wesentlich den Erfolg der Bestrahlung.

Die verticalen Wandungen bieten, solange die Sonne tief steht, (also in der Frühstunde und am Spätnachmittag), die günstigsten Bedingungen zur Wärmewirkung; doch ist die letztere freilich durch die bedeutende Wärmeabsorption der Atmosphäre bei Tiefstand der Sonne etwas geschwächt. Der Boden und flache Dächer empfangen wegen der schiefen Incidienz um diese Zeit nur wenig Wärme.

Je höher die Sonne um die Mittagszeit sich hebt, desto mehr fallen die Strahlen nur mehr in schiefem Winkel auf die Hauswandung, ja sie würden dieselben bei Zenithstand der Sonne gar nicht mehr treffen; der Boden und das horizontal gelagerte Dach dagegen (bei Giebeldächern mit 45° Steigung u. dgl. verhält es sich anders) zeigen nun das Maximum ihrer Erwärmung, zumal bei Hochstand der Sonne der Wärmeverlust der Sonnenstrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre am geringsten ist.

Neben der Strahlung der Sonne und dem Auffallswinkel müsste offenbar noch weiters die Zeit der Bescheinung der einzelnen Gebäudetheile bekannt sein sowie der Grad der Wärmeabsorption, wenn man sich durch Rechnung eine Vorstellung von dem Gange der Wärmeverhältnisse eines Hauses machen wollte. Man hat durch directe Versuche — wenigstens für die Wandungen — sich über die Vertheilung der Wärme unterrichtet und gefunden, dass wenn man die Wärmemenge, welche die Ostwand eines Hauses trifft = 100 setzt, folgende Verhältnisse bestehen: Ostwand: Westwand: Südwand, = 100 : 81 : 77 (Vogt).

Die Ostwand erhält am meisten Wärme, Westwand und Südwand wesentlich weniger, die Nordwand, da sie im Schatten bleibt, 0. Dagegen erwärmt sich letztere außer durch diffuse Strahlung oder Reflex insoweit, als ihr Wärme von anderen Gebäudetheilen oder durch die Luft der Stube, oder durch das Ansteigen der Lufttemperatur im Freien zugeleitet wird.

Die einzelnen Wände haben in Folge der verschieden intensiven Bescheinung (an einem Sonnenscheintag) ganz verschiedene Temperatur, und zwar erreichen sie das Maximum ihrer Wärme an der dem Wohnraume zugekehrten Seite, weil die Wärme nur allmählich durchtritt und die Tagesstunden der Erwärmung bei Ost-, Süd- und Westwand verschieden sind, zu sehr verschiedenen Zeiten. Nord- und Südwand ändern nur wenig ihre Temperatur. Ost- und zeigen dagegen größere Schwankungen; erstere zeigt vor Mitternacht, letztere nach Mitternacht ihr Maximum (Flügge).

An trüben Tagen, wenn die directe Bestrahlung nicht vorhanden ist, fallen selbstverständlich die von letzteren bedingten und oben besprochenen Einflüsse weg, und es erfolgt die Zunahme der Temperatur aller Wandungen mehr gleichmäßig.

Die einzelnen Stockwerke eines Hauses weisen Verschiedenheiten in ihren Wärmeverhältnissen auf, einerseits weil die Mauerdicke

wechselt und damit die Durchgangsmöglichkeit für die Wärme; das Erdgeschoss, welches die Last des übrigen Hauses zu tragen hat, hat dicke Mauern, und diese Dicke nimmt in den Obergeschossen mehr und mehr ab. Dann aber steht das Erdgeschoss vielfach in unmittelbarer Berührung, mit dem Boden, kann sonach während vieler Monate an diesen Wärme durch Leitung verlieren. Die Dachwohnungen andererseits erhalten wegen der intensiven Erhitzung der Bedachung bei der Betrahlung Wärme von oben zugeleitet. Die hochgelegenen Wohnungen werden meist sofort nach Sonnenaufgang und bis zum Sonnenuntergang von den Strahlen getroffen, indess die dem Boden näheren Stockwerke viel später (zumal wegen der Beschattung durch benachbarte Häuser u. s. w.) den Sonnenstrahlen zugänglich und auch früher aus demselben Grunde wieder verlassen werden. Endlich hat man eine von den tiefer gelegenen Stockwerken nach den höher gelegenen ziehende Luftbewegung beobachtet (E. Voit und Forster). Man kann daher in den höheren Stockwerken relativ größere Sckwankungen der Temperatur innerhalb eines Tages wahrnehmen, als im Erdgschosse; am lebhaftesten pflegen die Schwankungen im Dachgeschssoe zu sein. Monatelange Beobachtungen in (unbewohnten) Räumen zeigten, dass die Temperaturschwankungen innerhalb eines Hauses immer geringer sind als im Freien (Rubner); das Haus mildert also auch in ungeheiztem Zustande das „Klima“; besonders gering sind die Schwankungen im Kellergeschosse.

Die Tagesmittel der Temperatur (jene des Kellers ausgenommen) liegen auch bei Räumen, deren Wandung nur wenig von Sonnenstrahlen getroffen wird, höher als die Tagesmittel im Freien. Die Letzteren werden im wesentlichen durch die Erhitzung des Bodens, die ersteren durch die Wandtemperatur bestimmt, aber keineswegs ausschließlich (Rubner). Bei Bescheinung durch die Sonne findet man die Stubentemperatur vielfach höher als die Wandtemperatur. Es rührt dies davon her, dass die leuchtenden Strahlen nahezu ohne Verlust durch die Fenster treten und bei dem Auffallen auf die Gegenstände in dunkle (Wärme) Strahlen übergeführt werden, für welche aber das Fensterglas nur wenig durchgängig ist. Das Glas wirkt also selectiv auf die Strahlen, ähnlich der Atmosphäre.

In Kellerwohnungen halten sich die Temperatur während der Nichtheizperiode immer etwas niedriger als die Lufttemperaturen im Freien; und man kann sagen, dass die Temperaturen in unserem Klima stets für einen gesunden und behaglichen Aufenthalt des Menschen zu niedrig sind.

Der Aufenthalt in den Wohnräumen ist, abgesehen von der Abhaltung der Sonnenstrahlen, in Hinsicht auf die Wärmeverhältnisse uns besonders wegen der Ruhe der Luft und wegen des Windschutzes förderlich.

Übermäßige Erhitzung des Hauses kann durch Abschluss der Sonnenstrahlen durch Vorhänge, Jalousien u. dgl. bei gleichzeitiger Ventilation des Raumes vermieden werden. In den heißen Klimaten wird die Bauweise geändert, hohe luftige Räume geschaffen, die Straßen enge gehalten, um das Eindringen der sengenden Sonnenhitze zu vermeiden. In unserem Klima bedarf es weit mehr des Aufsuchens der Sonnenwärme, als der Vorrichtungen, um die letztere fern zu halten. Nur einen kleinen Theil des Jahres ist die natürliche Wärmeökonomie aus-

reichend, um eine behagliche Existenz zu gewähren, weitaus den größeren Theil des Jahres bedarf es der künstlichen Wärmeversorgung — der Beheizung.

Die Heizung.

Das Wärmebedürfnis der Räume.

Zweck und Ziel der Heizung ist, in bewohnten Räumen jenen Wärmegrad herzustellen, der erfahrungsgemäß für die Inwohner am behaglichsten und zuträglichsten ist. Käme betreffs der Heizung bloß der hygienische Gesichtspunkt in Betracht, so würde von einer Heizung nur zu fordern sein, dass sie den für die Gesundheit der Bewohner erforderlichen Wärmegrad erzeugt, diese Wärme dem Raume und der Zeit nach gleichmäßig vertheilt und dass durch den Heizbetrieb keinerlei sonstige Nachtheile entstehen.

Erklärlicherweise muss aber betreffs der Heizung zugleich auch der ökonomische Standpunkt in Betracht gezogen werden und dadurch macht sich weiter die Forderung geltend, Brennmaterialien und Heizvorrichtungen zu wählen, durch welche die entwickelte Wärme in sparsamer Weise erzeugt werden kann.

Mit Rücksicht auf die hygienische Forderung tritt zuerst die Frage hervor, bis zu welchem Wärmegrade unsere Wohnungen gebracht werden sollen. Diese Größe ist je nach den Körperzuständen des Menschen sehr verschieden, bei Muskelruhe und leichter Bekleidung sind hohe Temperaturgrade nothwendig; für den Arbeitenden oder einen Menschen mit dichter Bekleidung niedere Temperaturen ausreichend; der Hungernde und schlecht Genährte fröstelt leicht, wo es dem gut Genährten mit entwickeltem Fettpolster behaglich ist. Frost- und Wärmegefühl sind veränderlich; man kann sich an höhere oder niedrigere Lufttemperaturen gewöhnan. Das bloße Behaglichkeitsgefühl beweist aber nicht die Zweckmäßigkeit einer vorhandenen Temperatur.

Bei der in unseren Breiten üblichen (mittleren) Bekleidung nehme man für Wohnzimmer und Schulsäle 17 bis 19° C., für Kinderzimmer 18 bis 20°, für Schlafzimmer 14 bis 16°, Krankenzimmer 16 bis 20°, Werkstätten und Fabriken je nach der Art der Beschäftigung 10 bis 17°, in Turnsälen 13 bis 16°, Theater, Concert- und Ballsälen 19 bis 20°.

Die Abschätzung der zulässigen Temperaturen wird immer Schwierigkeiten bieten, da auf die richtige Auswahl der Kleidung nur selten geachtet wird und die für den Laien oder den mindern scharfen Beobachter anscheinend geringfügigen Differenzen in der Bekleidung meist vollkommen zur Erklärung der verschiedenartigen Beurtheilung der Behaglichkeit der Temperatur geheizter Räume ausreichen.

Es ist aus dem oben besprochenen auch wohl einzusehen, dass bei ungleicher Beschäftigung der in einem Raume sich aufhaltenden Personen, z. B. bei absoluter Ruhe der einen und bei Arbeitsleistungen der anderen, schwer, ja gar nicht ein alle befriedigender Temperaturgrad aufzufinden ist; wenn in einer Schule für die Schüler eine diesen zusagende Temperatur erreicht ist, wird für den Lehrer, der Muskelanstrengung zu machen hat, die Grenze der lästigen Wärme erreicht sein.

In Arbeitsräumen unter 10° herabzugehen, wird wegen der Verminderung des Tastgefühles der Hände und wegen der mächtigen Wärmeentziehung durch die Wärmeleitung, z. B. metallischem Arbeitswerkzeug, nicht zu befürworten sein. Die vielfach verbreitete Sitte, Schlafzimmer möglichst kalt zu halten, ist eine Unsitte ohne jedwede Berechtigung. Der Schlaf pflegt thatsächlich in kühlen Räumen erquickender zu sein als in sehr warmen, was offenbar wesentlich auf die Athmung der kühlen Luft zu beziehen ist, da ja von den meisten Personen die Einwirkung der Kälte auf den übrigen Körper durch sorgfältige Bedeckung mit Bettzeug ausgeschlossen wird. Unter Temperaturen von 14 bis 16° C. sollte man aber nicht heruntergehen, es bietet dabei der Schlaf ausreichende Erquickung und doch bleiben die Erkältungsmöglichkeiten beim An- oder Auskleiden, bei dem allenfallsigen Abdecken des Nachts vermieden. Auch die Reinlichkeit leidet, wenn es zu kalt in den Räumen wird; das kalte Wasser löst nur ungenügend die Schmutzbestandtheile von der Haut und das Waschen wird möglichst rasch beendigt. In einem sehr kalt gehaltenen Raum wird der ausgeathmete Wasserdampf niedergeschlagen, die Luft nimmt einen unangenehmen Geruch an, die Ventilation solcher Räume ist ganz ungenügend und die Luftverschlechterung eine bedeutende. Allerdings erhalten dieselben bei offenem Fenster frische Luft zugeführt und werden ventilirt. Während des Schlafes aber ist bei geschlossenen Fenstern, wenn nicht Temperaturdifferenzen zwischen Stubenluft und Luft im Freien vorhanden sind, die Ventilation gleich Null.

Die gewünschte Temperatur soll möglischst gleichmäßig im Raume vertheilt sein, doch ist dieser Forderung im allgemeinen gar nicht leicht zu genügen. Bei jedweder Beheizungsart ist die Temperatur an der Decke wesentlich höher als in den dem Fußboden benachbarten Luftschichten; die Unterschiede sind sehr bedeutend, oft 8 bis 10° in Localen von nur 3·5 *m* Höhe und steigern sich mit der Höhe des Raumes und je gößer das Wärmebedürfnis eines Raumes wird.

Denken wir uns z. B. in einem kubischen Raume eine Wärmequelle angebracht, so wird von dieser ausgehend, ein Wärmekreislauf beginnen, indem die erwärmte Luft aufsteigt, der Decke entlang zieht und mit der Abkühlung dann zu Boden sinkt und zu der Wärmequelle zurückkehrt.

Zwischen dem Boden und der Decke muss also ein bestimmter Temperaturunterschied bestehen bleiben.

Werden die Wände des Raumes stärker abgekühlt, so muss, um die gleiche behagliche Temperatur, wie sie früher bestand, herzustellen, mehr geheizt werden. Die heißere Luft wird rascher aufsteigen und mit höherem Wärmevorrath die Decke berühren, aber schließlich den Boden mit einer den früheren Verhältnissen entsprechenden Temperatur erreichen.

In dem zweiten Falle muss also unter allen Umständen die Temperaturdifferenz zwischen Deckenschicht und Bodenschicht größer geworden sein.

Auch die Luftmenge, welche einen Raum durchzieht, bleibt von Einfluss; die Heizung könnte mit einer geringen, aber hoch temperirten Luft vorgenommen werden. In einem solchen Falle

wird der Temperaturabfall von der Decke bis zu dem Boden ein sehr großer sein, weil allmählich die Luft sich bis auf die Bodentemperatur abkühlen muss. Die Temperaturdifferenzen sind also zu groß.

In einem zweiten Falle könnte man aber die Heizung auch so einrichten, dass viel Luft von mäßiger Temperatur in einer Stube circulirt; dann ist die Differenz zwischen Decke und Boden geringer und der Aufenthalt behaglicher.

Im Allgemeinen wird daher weniger eine kleine und recht intensive Wärmequelle, als vielmehr eine mäßige Erhitzung der Luft mit guter Circulation erwünscht sein.

Eine behagliche Wärme entsteht, wenn alle Theile eines Wohnraumes gleichmäßig durchwärmt sind — die Mauern, die Decke, die Möbel u. s. w. Dazu ist in der Regel ein längeres Beheizen nothwendig. Hat nur die Luft eine höhere Temperatur angenommen, die Wand aber noch nicht, so fröstelt man, wegen vermehrter Ausstrahlung nach den kalten Wänden, bei Temperaturen, welche uns sonst vollauf behaglich sind (Pettenkofer). Im Sommer, wenn die Erwärmung der Wohnräume zum großen Theile durch die Wandungstemperaturen beherrscht wird und im allgemeinen ein vorzüglicher Ausgleich der Temperaturen vorhanden ist, scheinen uns die Wohnräume bei Temperaturen schon behaglich, bei welchen im Winter (wegen der stets ungenügenden Durchwärmung der Wände und ungleicheren Vertheilung der Wärme) thermisches Wohlbefinden nicht besteht.

Vielfach sind bei der künstlichen Beheizung die Wärmequellen: Oefen, Heizkörper, Dampfspiralen u. s. w. in dem Raume, in welchem der Mensch sich aufhalten soll, aufgestellt. Die Wärmeausstrahlung erlangt, ohne weitere Vorsichtsmaßregeln, nicht selten eine die Anwesenden belästigende Größe; die Mittel der Behinderung intensiver Bestrahlung sind jedoch so einfache (Ofenschirm, Ummantelung des Ofens, Auswahl des Materials), dass dieselbe durchwegs vermeidbar bleibt.

Rasche Schwankungen in der Temperatur der Wohnräume treten bei manchen unzweckmäßigen Einrichtungen mit der geringsten Veränderung in der Zufuhr von Brennmaterial in der Feuerung ein; dies wird sehr unangenehm empfunden. Obschon die Einrichtung der Wärmeregulation unseres Körpers gestattet, uns den umgebenden Bedingungen rasch anzupassen, so machen wir doch von derselben nur ungern Gebrauch und suchen unsere Heizeinrichtungen so zu treffen, dass eine möglichst gleichheitliche Temperatur resultiert, oder doch ein allmähliches Ansteigen oder Abklingen der Wärme erreicht wird.

Nicht unwesentlich für die Temperatur beheizter Räume ist der Umstand, an welcher Stelle die Temperatur des Wohnraumes gemessen wird. Im allgemeinen begnügt man, sich, die strahlende Wärme von den Thermometern fern zu halten und dieselben an einer Wand anzubringen. Man wird aber dabei einen gewissen Einfluss der Wandungstemperaturen, die unter Umständen wesentlich von der Lufttemperatur verschieden sein kann, nicht hindern können.

Aber selbst wenn die Thermometer frei in der Luft und vor Strahlung geschützt hängen, sind ihre Angaben verschieden, je nach der Höhe, in welcher sie sich über dem Boden befinden. Die früher gemachten Angaben gelten für die Lufttemperaturen, wie sie in etwa 1·5 *m* Höhe über dem Fussboden gemessen werden. Personen, welche

sich in einem Raume, aber in verschiedenen Höhen über dem Boden befinden, werden nie gleichheitlich durch die Heizung zufrieden zu stellen sein.

Die Brennmaterialien.

Zur Beheizung eines Raumes könnten die verschiedenartigsten Einrichtungen benutzt werden, da sich verschiedene Kräfte in Wärme überführen lassen: die mechanische Bewegung, Elektricität u. s. w. Die gebräuchlichste Art der Beheizung besteht jedoch in der Ueberführung von Spannkraft, welche in organischen Stoffen aufgespeichert ist, in Wärme.

Alle verwendeten Brennmaterialien sind ursprünglich pflanzlicher Herkunft, Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Holzkohle, Coaks, Petroleum, Leuchtgas, Brennöle u. dgl. und entstanden aus CO_2 und OH_2 durch eine von Chlorophyll, dem Blattgrün, vermittelte Einwirkung der Sonnenstrahlen, wobei nach Abtrennung von Sauerstoff allmählich complicirtere Moleküle und Attomgruppen auftreten, wie Kohlehydrate, Fette und, wenn Ammoniak, Nitrate oder Nitrite zum Aufbau mitverwendet werden, auch Eiweißkörper. Aus dem Gemenge dieser Stoffe unter denen die Holzfaser weitaus der überwiegendste ist, entstehen durch eigenthümliche, vielfach nicht näher bekannte Metamorphosen, welche mit der künstlich geübten trockenen Destillation einige Aehnlichkeit besitzen, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit, Petroleum. Seltener werden die namentlich in Pflanzensamen vorkommenden Öle ausgepresst und als Feuerungsmaterial verwendet. Die bis jetzt genannten Producte führen auch den Namen „natürliche Brennstoffe“.

Aus diesen werden dann ab und zu künstliche Brennstoffe bereitet, wie aus Holz die Holzkohle, und durch Destillation der Steinkohle in Retorten Coaks und Steinkohlengas.

Bei der neuen Gruppierung der Atome in der Pflanzenzelle unter Ausscheidung von Sauerstoffgas wird Arbeit geleistet, und zwar liefert die Arbeitsleistung die Sonnenstrahlung. Ein Theil derselben wird latent und bleibt als „Spannkraft“ in den neuen Verbindungen aufgespeichert. Es ist daher eine richtige und jedem Laien bekannte Anschauung, dass wir unsere Wohnräume durch aufgespeicherte Sonnenwärme heizen.

Die complicirter zusammengesetzten organischen Stoffe, wie z. B. die Cellulose (Holzfaser) u. dgl. vermögen in verschiedener Weise wieder in einfachere Verbindungen zu zerfallen. Bekannt ist die Spaltung mancher Zuckerarten in CO_2 und Alkohol oder Sumpfgasgährung der Cellulose. Bei diesen Spaltungen wird Wärme frei, bei keiner aber wird so viel Wärme frei, als wenn der Sauerstoff die vollkommene Oxydation der organischen Stoffe zu Ende führt (Verbrennung). Es wird dabei der ganze Vorgang des Aufbaues der Verbindungen aus CO_2, OH_2 u. s. w. wieder rückgängig gemacht, also alle aufgespeicherte Kraft wiedergewonnen und in Wärme übergeführt.

Die Kohlehydrate und Fette liefern wieder CO_2 und OH_2 (neben Oxydationsproducten des Stickstoffs der Atmosphäre) und wenn eiweißhaltige Verbindungen verbrennen, so tritt Stickstoff neben reichlichen Mengen von Ammoniumnitrit oder Ammoniumnitrat auf. Da übrigens

die eiweißhaltigen Stoffe nicht vollkommen verbrennen, blasige Kohle und übelriechende Dämpfe (Geruch nach verbranntem Horn) liefern, eignen sie sich überhaupt schlecht als Brennstoffe.

Die Verbrennungswärmen der einzelnen Elemente und Verbindungen sind äußerst verschieden. Als Maßstab dienen die Wärmeeinheiten, von denen man große (Cal.), welche die zur Erwärmung eines Liters Wasser um 1° C. nöthige Wärmemenge, und kleine (cal.), welche die zur Erwärmung eines Gramm Wasser um 1° nöthige Wärmemenge liefern, unterscheidet.

1 *gr* Substanz liefert

	cal.
Wasserstoff	34.462
Kohlenstoff	8.080
Kohlenoxyd	2.431
Alkohol	7.183
Fette	9.400
Sumpfgas	13.063
Elaylgas	11.875

Je reicher die Verbindungen an *C* und *H* sind, je mehr der Wasserstoff überwiegt und je weniger Sauerstoff und Stickstoff (und andere Beimengungen wie Wasser, Aschebestandtheile) sich finden, um so größer ist die Verbrennungswärme.

Betreffs der totalen Verbrennungswärme der Heizmaterialien u. s. w. S. VII. Abschnitt, 1. Cap.

Die Verbrennungswärme einer Substanz lässt sich nicht aus dem *C*- und *H*-Gehalt einfach durch Rechnung finden, sondern muss durch einen directen Verbrenungsversuch im Calorimeter experimentell festgestellt werden.

Die Verbrennungswärme der käuflichen Brennstoffe ist wegen des sehr wechselnden Wasser- und Aschegehaltes variabel. Diese unverbrennlichen Substanzen vermindern die Verbrennungswärme, besonders das Wasser, weil letzteres bei dem Verbrennungsprocesse verdampft und dabei viel Wärme bindet.

Die Verbrennung erfolgt, indem durch Erhitzung zunächst aus den Brennmaterialien sich Dämpfe und Gase entwickeln. Die Mischungen der letzteren mit der atmosphärischen Luft entzünden sich bei einer genügend hohen Temperatur, welche man Anzündungstemperatur nennt. Nicht der Sauerstoff ist die nähere Ursache der Verbrennung, sondern die Wärme, welche die Verbindungen soweit lockert, dass dann der Sauerstoff leicht seine Oxydationswirkung entfalten kann. Die dabei auftretende starke Erhitzung der Theilchen überträgt sodann die Wärme wieder an benachbarte, unzersetzte Verbindungen und erzeugt hier die zur Verbrennung nothwendige Lockerung der Verbindungen. So schreitet der Verbrennungsprocess weiter, bis die Zerstörung der organischen Substanz beendet ist.

Während der Verbrennung verhalten sich die verschiedenen Brennmaterialien bezüglich der Brennbarkeit, der Flammbarkeit, des Wärmeeffectes und der bei der Verbrennung entstehenden Verbrennungsproducte verschieden.

Unter Brennbarkeit der Brennmaterialien versteht man die größere oder geringere Leichtigkeit, mit der dieselben entzündet werden

können und sodann zu verbrennen fortfahren. Petroleum ist leicht, Coaks schwer verbrennbar.

Mit dem Namen Flammbarkeit bezeichnet man die Eigenschaft gewisser Stoffe, mit Flamme zu verbrennen. Da nur brennende Gase Flammen bilden können, so erklärt es sich, warum die wasserstoffreichen Brennmaterialien die flammbarsten sind. Beim Verbrennen reiner Kohle entsteht fast keine Flamme, sondern das Kohlenstück verglüht.

Bezüglich des Wärmeeffectes den ein Brennmaterial liefert, kommt zweierlei in Betracht: die Quantität der Wärme und der Temperaturgrad, der erreicht wird. Misst man die Wärme nur ihrer Quantität nach, so erhält man die Brennkraft; bestimmt man den Grad der Wärme, so wird die Heizkraft ermittelt. Brennkraft (specifischer oder absoluter calorimetrischer Effect, Verbrennungswärme) und Heizkraft (pyrometrischer Wärmeeffect) zusammengenommen, bestimmen den Werth des Brennmateriales.

Lassen wir die Vor- und Nachtheile der Verwendung der verschiedenen Brennmaterialien ganz beiseite und vergleichen wir diese nur in Bezug auf die Wärmemenge, welche je ein Kilogramm beim Verbrennen entwickelt, sowie in Bezug auf die bei vollkommener Verbrennung erreichbare höchste Temperatur, so erhalten wir für luftrockene Substanzen, die aber immerhin noch erhebliche Quantitäten von Feuchtigkeit einschließen, nachfolgende Zusammenstellung.

Brennmaterial 1 *kg* *)	Wärmemenge in Cal.	Pyrometrischer Effect in ° C
Holz	2990	1950
Torf	2743 — 3900	2110
Braunkohle	4180	2250
Steinkohle	5014 — 8042	—
Holzkohle	7440	2480
Coaks	6800	2480
Anthracit	8000	2510
Leuchtgas	10113	—

Die Verschiedenheit des Wärmewerthes einzelner Brennmaterialien ist zum wesentlichen Theil auf die Verschiedenheiten des Feuchtigkeits- und Wassergehaltes zu beziehen, wie oben schon angegeben wurde. Der pyrometrische Effect liegt höher als die Zersetzungs-(Dissociations-) Temperatur der Kohlensäure, da letztere bereits bei 1300° C. in *OO* und *O* zerfällt und höher als die Dissociationstemperatur von Wasser, die zwischen 1000 bis 1100° C. angenommen wird. Sonach befinden sich in der höchsten Gluth der Flamme die Verbrennungsproducte theilweise in Dissociation, d. h. sie betheiligen sich unmittelbar nicht an der Wärmeerzeugung. Ein Verlust im Verbrennungswerth tritt aber nicht ein, weil bei dem allmählichen Abkühlen der Verbrennungsgase unter die Dissociationsgrenze nachträglich die Vereinigung (Verbrennung) der in Dissociation befindlichen Gase stattfindet.

Die Verbrennungsproducte.

Was die Verbrennungsproducte anlangt, so hängt deren Zusammensetzung einerseits von der Natur der Brennmaterialien, andererseits von der Art der Verbrennung ab.

---

*) 1 Ster hartes Holz liefert 1,424.000 Cal.
1 „ weiches „ „ 1,100.000 „

Die Verbrennungsproducte bestehen bei einer vollkommenen Verbrennung stets aus Kohlensäure und Wasserdampf neben salpetriger Säure, Salpetersäure, Ammoniak (Stickgas) und, wenn es sich um schwefelhaltiges Material handelt, aus SO_2 H; bei einer unvollkommenen Verbrennung aber entstehen dann auch Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, brenzliche Stoffe, Theerdämpfe, unverbrannte Kohlenstoffpartikelchen, welches Gemenge zusammen den Ruß und den Rauch bildet.

Soll ein Brennmaterial vollständig verbrennen, so muss eine genügende Luftzufuhr die Verbrennung unterhalten, und zwar darf man nicht etwa nur so viel Luft zuführen, dass der Sauerstoff derselben gerade zur Oxydation des Brennmateriales ausreichen würde (theoretische Luftmenge), sondern man muss weit mehr, nämlich bis zu dem Zwei- bis Dreifachen der berechneten Luftmenge zuführen. Man bedarf etwa für 1 *kg* Holz 5·2, bei Coaks 7·3, bei Steinkohlen des Ruhrgebietes 16 bis 17, bei oberbayerischen Kohlen nur 7·15, Braunkohlen 5·9, Torf 3·9 m^3 Luft.

Bei manchen Brennmaterialien entziehen sich, selbst wenn genügend Luft zugeführt wird, einzelne Partikelchen der vollständigen Verbrennung und liefern eine Menge verschiedener schlechtriechender Producte, welche ihrer Verwendung zu mancherlei Heizungsarten sehr hinderlich sind. Solche Brennmaterialien sind namentlich der Torf, die Braunkohle; Holz liefert hingegen die wenigsten schädlichen Gase. Unter den Verbrennungsproducten der fossilen Kohle ist sehr häufig auch eine beträchtliche Menge von schwefeliger und arseniger Säure, mitunter auch Ammoniak nachzuweisen, erstere aus den auflagernden Schwefelkiesen, letzteres aus den Stickstoffverbindungen in der Kohle entstanden.

Ein Urtheil, ob eine gegebene Feuerung richtig unterhalten, d. h. ob die Luftzufuhr richtig regulirt wird, gibt die Untersuchung der Verbrennungsgase (Rauchgase). Wird zu wenig Luft zugeführt, so verbrennt das Material nicht vollkommen, Wasserstoff, Kohlenoxyd und andere unvollständige Verbrennungsproducte treten auf; ist die Luftzufuhr zu reichlich, so findet man allerdings keine Producte unvollkommener Verbrennung, aber ein großer Theil der Wärme geht ungenützt durch den Kamin ab. Eine rationelle Verbrennung, welche die Wärme möglichst auszunützen bestrebt ist, erfordert also genaue Kenntnis dieser Verhältnisse.

Als ein Beispiel der schwankenden Zusammensetzung der Rauchgase seien Versuche der „Heizversuchsstation“ zu München ausgewählt. In 100 Theilen Rauchgasen waren bei Verbrennung von Steinkohle vorhanden:

	Bei reichlicher Luftzufuhr	Bei normaler Luftzufuhr	Bei ungenügender Luftzufuhr
CO_2	3·95	8 73	16 45
CO	0·06	0·10	1·94
H	—	—	1·45
O	16·41	11·85	1·52
N	79·58	79·32	78 64

Als normale Luftmenge wird jene kleinste Zufuhr bezeichnet, bei der eben die Verbrennung, ohne das Auftreten wesentlicher Mengen unvollkommener Verbrennungsproducte, vor sich geht.

Zur Analyse der Rauchgase verwendet man dieselben Methoden und Apparate, die schon früher S. 40 ff. ausführlich besprochen wurden.

Wie viel Luft zum Brennmaterial zugetreten ist, lässt sich meist aus der Bestimmung der CO_2 (und des Kohlenoxyds) in den Rauchgasen äußerst einfach berechnen. 1 m^3 CO_2 oder CO enthalten 0·536 *kg* Kohlenstoff, woraus also, wenn man die Gasanalyse ausgeführt hat, berechnet werden kann, wieviel Kohlenstoff für 100 cm^3 oder Cubikmetr u. s. w. w. Rauchgase verbrannt sind. Wenn 100 m^3 Rauchgase z. B. 8 m^3 (8 Procent) CO_2 enthalten, so sind 8 × 0·536 = 4·5 *kg* Kohlenstoff in 100 m^3 Luft vertheilt, demnach für 1 *kg* Kohlenstoff 22·2 m^3 Luft eingetreten. Da man den Kohlenstoff der verbrannten Kohle oder des Holzes u. s. w. kennt, so ergibt sich dann leicht, wie viel Luft für 1 *kg* Kohle oder Holz u. s. w. zugeführt wurde.

Muck gibt folgende Durchschnittszahlen für die Zusammensetzung der organischen Substanz der Brennmaterialien:

100 Theile enthalten	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff
Holzfaser	50	6	43	1
Torf	49	6	43	2
Braunkohle	69	5·5	25	0·8
Steinkohle	82	5	13	0·8
Anthracit	95	2	2·5	Spur

Für Wasser und Aschegehalt mögen folgende Mittelwerte dienen. Es enthält in Procenten:

	Wasser	Asche
Lufttrockenes Holz	19·5	1·5
" Torf	25·0	10·0
Lufttrockene Braunkohle	20·0	8·0
" Steinkohle	3·0	4·0
" Coaks	5·0	6·0
" Holzkohle	6·0	5·0

Durch viele Versuche weiß man, dass im Durchschnitt die Luftzufuhr normal ist, wenn die Rauchgase zwischen 8 und 10 Procent Kohlensäure enthalten.

Soll die Verbrennung des Heizmateriales rationell sein, so darf bei richtig bemessener Luftzufuhr nur so viel Wärme durch den Kamin mit den Rauchgasen entweichen, als zur Herstellung eines genügenden Luftzuges unbedingt nöthig ist. Die Menge der mit den trockenen Rauchgasen bei vollkommener Verbrennung entweichenden Wärme lässt sich durch Beobachtung der Temperatur derselben genügend genau angeben. Nennt man Q das durch die Kohlensäurebestimmung gefundene Volum Luft, d die Dichtigkeit der Luft bei der Temperatur der Rauchgase, T die Temperatur des Rauches, t jene des Zimmers, so ist der Verlust an Wärme (ω)

$$\omega = Q.d\,(T - t).0{\cdot}237.$$

Bei jedweder Beheizungsart, auch bei der vollkommensten, wird nie die totale Verbrennungswärme des Brennmateriales, wie wir dieselbe mit dem Calorimeter bestimmen, für die Heizzwecke nutzbar gemacht; abgesehen von unvollkommener Verbrennung geht, durch das Abziehen

hoch temperirter Rauchgase, durch das verdampfte, wie auch bei der Verbrennung des Wasserstoffes entstandene Wasser, durch Rückstände und Verluste im Aschenfall ein wesentlicher Theil der Wärme verloren. Bei guten Heizanlagen werden etwa zwei Drittel der totalen Verbrennungswärme nutzbar gemacht (siehe oben).

Gefahren durch Rauch und Rauchgase.

Alle Einrichtungen von Heizanlagen sollen, mit Rücksicht auf die Gesundheit und im ökonomischen Interesse, eine rauchfreie Verbrennung erzielen. Die Vermeidung der Rauchplage bringt wesentliche hygienische Vortheile; die trüben Tage mit gedämpftem Sonnenschein, die erstickenden und düsteren Nebel, welche in den Industriecentren so häufig sind, werden verhütet. Allein es wäre irrig, die nicht mit Rauch durchsetzten Rauchgase für indifferent zu halten; sie sind es nicht. Sie können ja Schwefelsäure, schweflige Säure, Salpetersäure und salpetrige Säure in großer Menge der Atmosphäre zuführen. Besonders die schweflige Säure, ein Verbrennungsproduct schwefelhaltiger Stein- und Braunkohlensorten, schädigt in hohem Grade den Pflanzenwuchs (hauptsächlich die Obstculturen) und bereitet auch dem Menschen Gefahren.

Aus den Rauchgasen müssten daher die genannten Säuren erst entfernt sein, ehe sie als für die Gesundheit indifferent bezeichnet werden könnten. Die Absorption ist in der That durchführbar wenn man (mit Hilfe von Gebläsen) den Rauch durch einen (Glover-) Absorptionsthurm, in welchem die Säuren an Wasser abgegeben werden, hindurchtreibt. Lässt sich nun in genannter Weise die Schädigung der der Atmosphäre überantworteten Rauchgase beseitigen, so droht uns von denselben doch noch innerhalb der Wohnräume mancherlei Gefahr.

Diejenigen Apparate und Einrichtungen, die wir zur Heizung bewohnter Räume verwenden, haben mehrfache Aufgaben zu erfüllen. In ihnen soll das Brennmaterial möglichst vollständig verbrennen, weiter soll die hierdurch erzeugte Wärme zur gleichmäßigen und den gewünschten Grad erreichenden Erwärmung der Aufenthaltsräume verwendet werden, endlich müssen die durch die Verbrennung entstehenden gasförmigen oder sonstigen Verbrennungsproducte vollständig in den Schornstein abgeleitet und jede Verunreinigung der Luft abgehalten werden.

Die Heizanlagen unserer Wohnung sind nicht immer und nicht überall so construiert, um gesundheitlich als vollkommen unbedenklich erklärt werden zu können. Nicht nur auf dem Lande und in kleinen Städten, selbst im Weichbild großer Städte werden nicht selten Heizanlagen, welche durchaus nicht als rauchfrei und rauchsicher bezeichnet werden können, ausgeführt.

Sehr häufig wird die Ansicht ausgesprochen, dass der Rauch wohl etwas Lästiges, Unangenehmes, Beschwerliches, nicht aber als etwas Ungesundes zu betrachten sei. Ja, man ist in früherer Zeit noch weiter gegangen und hat nachzuweisen gesucht, dass der Rauch für große, volkreiche Städte geradezu heilsam wäre, indem er zerstörend auf die Contagien und Miasmen wirke, welche sich aus Cloaken, Senkgruben, Canälen, Abfallstoffen und Schmutzwasser entwickeln.

Heute, wo man ganz andere Anschauungen über die Infection und Desinfection hat, weiß man, dass diese Meinung eine irrige war.

Wenn man die Beschaffenheit des Rauches in Betracht zieht, so unterliegt es keinem Zweifel, dass Kohlendunst nicht nur lästig, sondern auch gesundheitsschädlich ist. Schon der Volksmund spricht von einem Kohlengift. Dieses Kohlengift ist nach Lehmann's Untersuchungen eine Mischung von beiweitem überwiegender Kohlensäure und von Kohlenoxydluft mit einer kleinen Menge Wasserstoff. Doch spielen dabei auch die empyreumatischen Substanzen eine hervorragende Rolle, da diese Dämpfe theils giftig, theils unathembar sind.

Der Kohlendunst ist thatsächlich ein Feind, der sehr gefährlich werden kann, besonders weil er nicht selten heimtückisch seine Opfer befällt. Wiederholt ist es vorgekommen, dass Kohlendampf, der im Parterre zur Entwickelung kam, durch die Poren der Zwischengeschosswände in die oberen Etagen und Zimmer drang und dort Personen vergiftete, ohne dass diese geheizt hatten (Nowak). Der Kohlendunst verräth sich auch nicht immer durch einen starken oder unangenehmen oder auffälligen Geruch, ja im Gegentheil, die Krankheitserscheinungen, die durch Kohlendunst verursacht werden, wie Kopfweh, Schwindel, Schläfrigkeit, Schwierigkeit zu denken, Mattigkeit, Müdigkeit machen den Betroffenen apathisch, unachtsam, schlaff, so dass er oft die Gefahr nicht merkt und so schwachen Willen hat, dass er sich gar nicht zu retten versucht.

Die Wirkung des Kohlendunstes liefert ein Krankheitsbild, welches in seinen einzelnen Stadien die combinirte Wirkung der Kohlensäure, des Kohlenoxyds und der brenzlichen Substanzen deutlich erkennen lässt. Im ersten Stadium tritt heftiges Zittern, Schwindel, Kopfschmerz, Mattigkeit ein, darauf folgt als zweites Stadium Übelkeit und Erbrechen, hierauf tritt Athemnoth und schließlich klonischer Krampf und Lähmung ein. (S. auch unter Leuchtgasvergiftung.)

Das Kohlenoxyd wirkt äußerst intensiv schädigend auf alle Organismen ein. Schon bei einem Gehalt der Athemluft von 0·07 bis 0·08 Procent stellen sich Zeichen beginnender Athemnoth bei den Thieren ein, bei 0·1 bis 0·2 Procent sind die Symptome ganz ausgeprägt, über 0·4 Procent Kohlenoxyd führt in 30 bis 60 Minuten zum Tode; der Mensch vermag jedoch Luft mit 0·02 Procent Kohlenoxyd stundenlang ohne Schaden zu athmen. Die wahrscheinliche Grenze der Schädlichkeit liegt etwa bei 0·05 Procent Kohlenoxyd (Gruber). Sehr kleine Mengen von Kohlenoxyd können sehr lange Zeit ohne Schaden geathmet werden, weil unterhalb einer gewissen Verdünnungsgrenze (Tension) eine Stättigung des Blutes (Hämoglobins) oder Aufspeicherung des Kohlenoxyds im Blute nicht eintreten kann. Auch bei der Sauerstoffabsorption durch das Hämoglobin des Blutes bestehen ähnliche Verhältnisse; unterhalb einer gewissen „Tension" des Sauerstoffes stättigt sich das Hämoglobin mit demselben nur mehr zum Theil, wie lange man auch das Hämoglobin mit dem sauerstoffhaltigen Gasgemische schütteln mag.

Die Vergiftung durch Kohlenoxyd verläuft um so langsamer, je mehr atmosphärische Luft gleichzeitig auf den Vergifteten einwirkt.

Es wird angegeben, dass namentlich bei Schlossern, Schmieden Köchinnen, Büglerinnen eine gewisse Gewöhnung an den Kohlendunst eintrete. Es kann sich dabei nur um eine Ueberwindung der leichteren Symptome der Einwirkung des Kohlenoxydes handeln.

Heizanlagen.

Die Heizanlagen bestehen meist aus drei Theilen, dem Feuerherd, in dem die Verbrennung stattfindet, dem Heizraum, dessen Wärme für die Erwärmung der Aufenthaltsräume zu dienen hat und dem Schornstein, der den Abzug der Verbrennungsproducte bewirkt. Der Rost hat den Zweck, die einzelnen Stücke des Brennstoffes von der durch ihn strömenden Luft umspülen zu lassen. Der Aschenfall ist bestimmt, die Rückstände der Verbrennung aufzunehmen und ist zugleich meist der Canal für die durch den Rost erfolgende Luftzufuhr.

Die möglichst vollständige Verbrennung und die hierdurch allein erreichbare größtmöglichste Verwertung des Brennmaterials wird durch eine zweckmäßige Zerkleinerung des Brennmaterials, gute Construction des Herdes und des Zugkamins zu erreichen gesucht. Besonders muss dafür gesorgt sein, dass eine zur vollständigen Oxydation ausreichende Luftmenge dem Feuerherde zugeführt wird. Sieht man von den Gebläsen für Schmelz- und Hüttenöfen u. s. w. ab, so ist es der Schornstein, der nebst der Abführung der Verbrennungsproducte auch die Zuführung der Luft, durch Herstellung des Zuges bewirkt. Die Zimmerluft wird in Folge der Saugwirkung des Schornsteins durch den Aschenfall und Rost in den Heizraum nachgedrückt. Diese Art der Luftströmung können wir durch Vergrößerung oder Verringerung des Feuers, durch Öffnen oder Schließen des Aschenfallthürchens, durch Erhöhung des Rauchfanges, regulieren, beziehungsweise verstärken. Die Widerstände gegen den Zug im Schornstein liegen in der Reibung der Luft an den Schornsteinwänden, der Abkühlung der Luft durch diese Wände, sowie in den zufälligen Windstößen und Gegenströmungen der Luft von oben nach unten und seitwärts durch die Wände, endlich in den Sonnenstrahlen. Die beiden ersteren Widerstände sind natürlich nicht zu vermeiden, aber sie können doch auf möglichst geringes Maß durch glatte Wandungen zurückgeführt werden und indem man dem Schornstein einen kreisförmigen Querschnitt gibt, der für alle Flächen bei gleichem Quadratinhalt die kleinste Umgrenzung hat und deshalb die Reibung auf das möglichst geringste Maß reduciert.

Die Abkühlung an den Schornsteinwänden verringert den Zug der Verbrennungsgase, deshalb ist es nicht gut, Schornsteine in undichten Außenwänden (namentlich in dünnen Giebeln) hinauf zu führen, wo der Wind obendrein durch das poröse Mauerwerk wagrecht hineinblasen und den Zug hemmen kann, oder wo der Regen die Wände feucht macht und dadurch Wassernebel und Abkühlung im Schornstein veranlasst. Windstöße treten namentlich heftig auf, wenn andere Gebäudetheile oder Nachbarhäuser höher hinaufragen als der Schornsteinkopf; der Wind fängt sich daran, erhält eine andere, oft von oben nach unten gehende Richtung, so dass er den Rauch mit Gewalt in den Ofen zurück und schliesslich ins Zimmer treibt.

Über die hindernde Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Zug ist man sich in Fachkreisen noch nicht klar. v. Pettenkofer meint, dass die Sonne diese Wirkung nur auf Rauchsäulen von gewisser Beschaffenheit und Geschwindigkeit habe, und dass das im Kamin zu sichtbarem Nebel verdichtete Wasser dabei die Hauptrolle spiele; Wolpert erklärt die Erscheinung daraus, dass bei warmer Witterung der Zug im Schornstein überhaupt geringer ist als bei kalter und dass, da die Mauermassen der Häuser kälter sind als die äußere Luft, im Schornsteine, wenn nicht gefeuert wird, beständig eine kalte Luftsäule hinabsinkt, so dass es oft kaum möglich ist, auf dem Herd Feuer anzumachen; ferner wird nach ihm durch die Sonne eine einseitige Erwärmung hervorgerufen, wodurch sich im Schornstein zwei Strömungen, eine nach oben und eine nach unten, bilden; letztere kann daher Rauch wenigstens theilweise mit sich hinabreißen.

Die Größe des Querschnittes eines Schornsteins hängt von der Zahl der Rauchröhren oder Ofenpfeifen ab, welche in ihn münden sollen, und man kann unter Berücksichtigung der Reibung an den Schornsteinwänden den Querschnitt einer Ofenpfeife doppelt in Rechnung ziehen. Erfahrungsgemäß ist für unsere Ofenfeuerungen und gewöhnlichen Küchenherde ein Durchmesser von 10 Centimeter der Ofenpfeife, also ein Querschnitt von rund 77 Quadratcentimeter genügend. Demnach würde für einen Ofen ein runder Schornstein von 14 Centimeter Weite genügen, für zwei Oefen von 20 Centimeter, für drei von 24 Centimeter u. s. w. Jedes Stockwerk soll am besten mit gesonderten Kaminen versehen sein.

Der Zug wird gehemmt, wenn in Folge von Wand-, Fußboden- und Plafondfeuchtigkeit oder überhaupt wegen Luftdichtigkeit der Wohnungswände der Zutritt von Luft zum Feuer erschwert oder wenn wegen starken Rußansatzes der Schornstein verengert ist. Im ersteren Falle schafft das Öffnen eines Fensters oder der Thüre oder das Anlegen eines Luftzuführungscanals von außen zur Feuerung, im letzteren Falle die Reinigung des Schornsteines Abhilfe.

Die Heizung von Wohnungen und öffentlichen Gebäuden kann auf verschiedene Weise vor sich gehen.

Die Heizungsarten lassen sich classificieren in Localheizungen und Centralheizungen und für die letzteren könnte man als Unterabtheilungen noch Centralheizungen mit Lokalheizkörpern und eigentliche Centralheizungen annehmen.

Die Localheizungen erwärmen jedes einzelne Zimmer für sich mit einem Ofen oder Kamin. Die Centralheizungen beheizen von einem oder von nur wenigen Punkten aus eine Gruppe von Räumen, wobei die Feuerung gewöhnlich in dem tiefsten Theile des Gebäudes, im Keller, angebracht wird.

Eigentliche Centralheizung ist nur die Luftheizung, denn sie bedarf für eine Gruppe von Räumen nur eines Heizkörpers; die übrigen, Wasser- wie Dampfheizungen, haben zwar auch nur eine Feuerstelle, bedürfen aber zur Erwärmung der einzelnen Räume noch besonderer Heizkörper, welche in den zu erwärmenden Gemächern aufgestellt werden müssen. Es ist daher für diese Heizeinrichtungen die Benennung „Centralheizungen mit Localheizkörpern“ zutreffend.

A. Localheizung.

Directe Heizung.

Eine directe Heizung von Räumen durch Verbrennen von Brennstoffen auf offenen Herden, in Kohlenbecken oder kleinen Öfen ohne Schornstein etc. ist die älteste primitivste Heizmethode und nur noch in einzelnen Gegenden Frankreichs, Italiens und Spaniens gebräuchlich. Sie ist unökonomisch und ungesund, weil hierbei nur die Wärmeabgabe durch Strahlung in Betracht kommt, weil die Wärme nicht gleichmäßig vertheilt wird und die Verbrennungsproducte beim Übertritt in die Zimmerluft dieselbe hochgradig verderben.

Kaminheizung.

Die Kaminheizung ist gegenwärtig in England und Frankreich noch vielfach in Gebrauch, obwohl sie zu den unvollkommensten Heizungsarten gezählt werden muss.

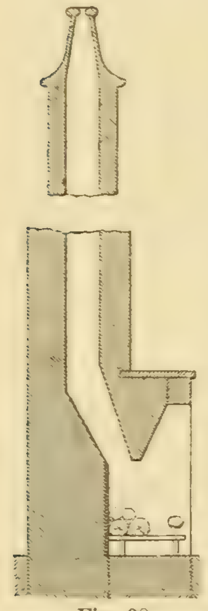


Fig. 38.

Beim Kamin der alten Construction (Fig. 38) wird in einer Mauernische ein offenes Feuer erhalten und die Verbrennungsproducte desselben durch eine weite, an ihrem unteren Ende verengte, mit dem Feuerherde unter einem stumpfen Winkel in Verbindung stehende Schornsteinröhre abgeführt. Nur ein geringer Theil der im Kamin erzeugten Wärme (etwa $1/10$) kommt dem zu beheizenden Raume zugute, und zwar findet die Erwärmung des Raumes nur durch unmittelbare Ausstrahlung eines Theiles der Wärme des Feuers im Kamin statt; Wärme wird durch Leitung gar nicht verbreitet, da ja keine Luft circuliert, sondern dem Kamine zugesaugt wird. Da die strahlende Wärme in ihrer Wirkung mit der Entfernung von der Wärmequelle, und zwar im Quadrate dieser Entfernung, abnimmt, so erklärt sich, dass ein großes Zimmer im strengen Winter durch einen Kamin nur schwer erheizt und eine gleichmäßige Wärmevertheilung im Zimmer niemals erzielt werden kann. In der Nähe des Kamins kann die Hitze so bedeutend sein, dass sie unangenehm empfunden wird, entfernt von ihm leidet man durch Kälte.

Bei der Kaminheizung findet ein außerordentlich großer Luftwechsel statt, indem in den Kamin nicht allein die zur Unterhaltung des Feuers erforderliche Luftmenge einströmt, sondern auch über die Flamme hinweg viel erwärmte Luft in den Schornstein geht, wodurch eine hermetische Abschließung des Zimmers zur Vermeidung der Abkühlung nicht möglich wird, denn sobald die große Quantität der in den Schornstein einströmenden Luft nicht durch neue, durch Fenster, Thüren oder sonstige Undichten eindringende Luft ersetzt wird, entsteht ein niederwärts gehender Zug im Schornstein und der Kamin fängt an zu rauchen.

Es ist deshalb begreiflich, dass der Kamin als Heizanlage sehr mangelhaft und unökonomisch ist, indem er bei gleicher Leistung wenig-

stens fünfmal mehr Brennmaterial bedarf, als ein gewöhnlicher Zimmerofen; als Ventilationsapparat leistet er dagegen Hervorragendes, da durch ihn in einer Stunde bis 1500 Kubikmeter Luft abgeführt werden können. Mit Rücksicht auf die bedeutende Aspirationswirkung des Kamins ist es nothwendig, dafür zu sorgen, dass in Zimmern, die durch Kamine geheizt werden, nur frische, unverdorbene Luft, nicht aber Luft aus Aborten, Gängen, Küchen u. s. w. eintrete.

Wesentlich verbessert wurde der Kamin durch Galton. Bei dem Galton'schen Kamin geht die Luft aus dem Zimmer zum Brennraum, während frische Luft von außen durch einen mit der äußeren Atmosphäre communicierenden Canal in einen das Rauchrohr umgebenden Hohlraum dringt und, nachdem sie daselbst erwärmt wurde, durch nahe der Decke gelegene und durch Jalousien verschließbare Öffnungen im Zimmer sich verbreitet (Fig. 39). Durch diese Einrichtung werden Ventilation und Heizung in zweckmäßiger Weise combinirt. Die an der Decke einströmende Luft zeigt durchschnittlich 30 bis 35° C. und beträgt mindestens 80 Procent des durch den Kamin abgeführten Luftquantums, wodurch das Nachströmen kalter Luft durch andere Öffnungen sehr erheblich vermindert wird. Bezüglich des Heizeffectes leistet der Galton'sche Kamin wohl nicht so viel wie ein gewöhnlicher, schwedischer Zimmerofen, jedoch weit mehr als der gewöhnliche Kamin.

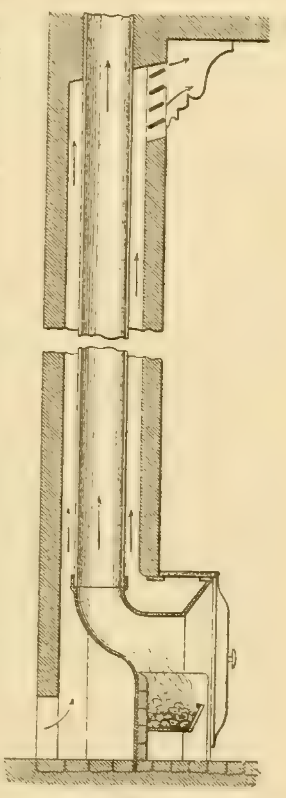


Fig. 39.

Weiter hat man, um neben der Strahlung auch einen Theil der Wärme durch Leitung auszunützen, ohne der Annehmlichkeit der Kaminheizung entsagen zu müssen, das Feuer beobachten und selbst unterhalten zu können, den unmittelbaren Abzug der erwärmten Luft aus der Feuernische in den Schornstein verhindert und eine Circulation der erwärmten Luft, ähnlich wie bei den Zimmeröfen, hergestellt. Diese durch Combination von Ofen mit Kamin entstandenen Feuerungen heißen Ofenkamine.

Ofenheizung.

Jeder Ofen besteht im Wesentlichen aus zwei Theilen, und zwar aus dem durch eine gemauerte oder metallene Umhüllung umschlossenen Feuerraum, der die Wärme des brennenden Heizmaterials durch die Umhüllung (Heizfläche) an die Zimmerluft abgibt, und aus der Ofenpfeife, welche den Rauch in den Schornstein abführt.

Der Ofen ist in ökonomischer Beziehung eine weit bessere Heizanlage als der Kamin, vorausgesetzt, dass er mit einem gut ziehenden Schornstein in Verbindung steht. In einem gut construierten Ofen lässt sich eine ausreichende Verbrennung des Brennmaterials erzielen. Die

Wärme theilt sich dem zu erwärmenden Raume nicht allein durch Strahlung, sondern auch durch Leitung an die Luft mit.

Die Anlage ist eine rationelle, wenn die Rauchgase nicht mit höherer Temperatur in den Kamin treten als zur Herstellung des normalen Luftzuges nothwendig ist. Dies hängt wesentlich von der Kaminanlage mit ab.

Die Öfen sind je nach dem Material, aus welchem sie bestehen, äußerst verschieden in hygienischer Hinsicht. Die aus Metall hergestellten Öfen haben im Allgemeinen eine geringe Masse: sie erwärmen sich rasch, haben aber kein nennenswertes Wärmereservationsvermögen. Die Temperatur steigt rasch nach dem Anheizen und fällt sofort mit dem Erlöschen des Feuers.

Die Kachel- und Thonöfen haben eine große Masse, erwärmen sich langsam und lassen auch nach dem Abbrennen des Heizmaterials die Wärme langsam abklingen.

Ein Ofen gibt seine Wärme durch Strahlung und Luftberührung (Leitung) ab. Das Verhältnis zwischen den beiden ist je nach dem Materiale, aus welchem der Ofen besteht, je nach Construction und Form ein sehr verschiedenes.

Die Ausstrahlung ist abhängig von der Oberfläche und der absoluten Temperatur des ausstrahlenden und bestrahlten Körpers. Der Wärmeverlust durch die Berührung mit Luft hängt ganz von der Form und Größe eines Körpers und von den Temperaturüberschuss der wärmeabgebenden Fläche über die Umgebungs-Temperatur ab. Er ist bei einer horizontalen Fläche anders als bei einer verticalen, bei hohen Flächen geringer wie bei niedrigen, weil alsdann die oberen Theile eines Körpers bereits von einem aufsteigenden warmen Luftstrom umspült werden u. s. w.; bei dem Würfel anders als bei Cylinder und Kugel.

Man nimmt zur Vereinfachung der Berechnungen meist an, der Wärmeverlust bei Strahlung wie Luftberührung sei der Temperaturdifferenz zwischen den erwärmten Flächen und der Umgebung proportional. (Gesetz von Newton.) Eine solche Annahme erscheint aber selbst als Annäherung zu ungenau.

Bei den in Frage kommenden Differenzen und für die Wärmestrahlung kann man die Formel Dulongs anwenden. Wenn T die Temperatur des warmen Körpers t die Temperatur der Umgebung, und K_1 eine von der Art der Oberfläche abhängige Constante, für welche wir später die näheren Werte geben werden, genannt wird, so ist die abgegebene Wärme W

$$W = 124{\cdot}72 \,.\, K_1 \,.\, 1{\cdot}0077^{t} \left(1{\cdot}007^{T-t} - 1\right)$$

Auch das Dulong'sche Gesetz ist nicht allgemein giltig; dagegen scheint das Stefan'sche Gesetz der Strahlung bei allen bis jetzt angewendeten Temperaturen zu genügen. Stefan findet, dass die Wärmestrahlung den 4. Potenzen der absoluten Temperatur proportional ist. Sei W die gesuchte Wärme, C eine Constante π Θ_1, und Θ_2 die absoluten Temperaturen des Körpers und der Umgebung, so hätte man:

$$W = C.\ (\Theta_2^4 - \Theta_1^4)$$

Die absolute Temperatur findet man, indem zu den nach Celsius gegebenen Werten über Null 273° addiert.

Der Leitungsverlust an die Luft ist nicht von der Natur und Oberflächenbeschaffenheit der Gegenstände abhängig, sondern von der Form und Größe, so wie von dem Temperaturüberschuss über die Umgebung, nicht von der absoluten Temperatur. Die Formel Dulongs ist:

$$W_1 = 0{\cdot}552 \,.\, K_2\ (T-t)^{1{\cdot}233}$$

worin T und t die Temperaturen, K_2 eine Constante bedeutet.

Für liegende Cylinderflächen ist $K_2 = 2{\cdot}058 + \frac{0{\cdot}0382}{r}$; für verticale ist auch die Höhe h in Rechnung zu ziehen.

$K_2 = \left(0\cdot726 + \frac{0\cdot0345}{\sqrt{r}}\right) \cdot \left(2\cdot43 + \frac{0\cdot8758}{\sqrt{h}}\right)$ z. B. erhält man für K_2

Radius in Metern	Höhe des Cylinders in Met.		
	0·5	2·0	4·0
0·012	3·5	2·9	2·8
0·10	2·9	2·4	2·3
0·25	2·8	2·4	2·2

Für verticale ebene Flächen, da $r = \infty$, wird $K_2 = 1\cdot764 + \frac{0\cdot636}{\sqrt{h}}$ z. B. bei

	der Höhe in Metern			
	0·1	1·0	2·0	4·0
ist K_2	3·8	2·4	2·2	2·1

K_2 stellt stets die pro 1 □ *m* Oberfläche und pro 1 Stunde abgegebene Wärmemenge dar.

Für je 1 □ *m* Oberfläche wird bei einer Temperaturdifferenz von 1° in 1 Stunde an Wärme (Calorien) ausgestrahlt (K_1)

von Kupfer	0·16
„ Messing poliert	0.26
„ Gusseisen blank	3·17
„ „ rostig	3·36
„ Eisenblech	2·77
„ „ rostig	3.36
„ Bausteinen	3·6 (Péclet.)

Da nun Gusseisen und Bausteine die Materialien vertreten, welche zur Herstellung von Öfen verwendet werden, so ergibt sich keine wesentliche Verschiedenheit im Strahlungsvermögen zwischen beiden.

Die Beobachtung lehrt aber, dass gerade zwischen Thon- und Eisenöfen ein wesentlicher Unterschied in der Wärmeausstrahlung besteht. Wir müssen also schließen, dass das wesentliche und bestimmende Moment für die Verschiedenheit der Ausstrahlung in der hohen Temperatur der Außenwandung eines Eisen-, und in der geringen Temperatur eines Thonofens zu suchen ist.

Gusseisen ist dem Thon gegenüber ein vorzüglicher Wärmeleiter, dazu hat der Eisenofen nur geringe Wandungsdicke, der Thonofen aber bedeutende Dickendimensionen, und so erklärt sich die Verschiedenheit der Temperatur der Außenwand genügend.

Bezüglich des Wärmeleitungsvermögens sind folgende Werte von Interesse; durch eine Fläche von 1 □ *m* geht in 1 Stunde bei 1° Temperaturdifferenz zwischen den Begrenzungsflächen und bei 1 Meter Dicke hindurch in Calorien:

bei Kupfer	69
„ Eisen	28
„ gebranntem Thon	0·5 bis 0·7

Gemischte Öfen, bei welchen der Heizkasten aus Eisen und der Aufsatz aus Kacheln besteht, oder bei welchen der aus Kacheln hergestellte Ofen von einer oder mehreren horizontal denselben durchsetzenden Blechröhren (Durchsichten) durchzogen ist, vereinigen in gewisser Hinsicht die Vortheile der eisernen und der Thonöfen, indem durch den eisernen Feuerraum oder die Durchsicht die Heizung des Zimmers beschleunigt wird, der obere Ofentheil aber zum Aufspeichern und zum Vertheilen der Wärme dient.

Da die eisernen Öfen die im Feuerungsraume entwickelte Wärme sehr schnell durch sich hindurchleiten und an die Zimmerluft abgeben, so werden sie häufig ohne verticale Züge construirt und bestehen, wie z. B. die sogenannten Kanonenöfen, aus einem hohlen gusseisernen Cylinder, der am oberen Ende mit einem Blechrohr, am unteren mit einer Heizthür versehen ist. Immerhin ist bei dieser einfachen Construction trotz der raschen Wärmeabgabe von Seite des Eisens der Wärmeverlust durch die abgehenden Gase ein erheblicher und man sucht demselben zu steuern, indem man ein langes Rauchrohr anlegt.

Bei den Öfen, welche aus gebranntem Thon bestehen, einem Material, das die Wärme nur langsam aufnimmt, aber auch langsam abgibt, sind dagegen stets zahlreiche Züge vorhanden, so z. B. bei den russischen und schwedischen Öfen. Die Anlage der Züge kann senkrecht abwechselnd steigend und fallend, wie bei den russischen Öfen, oder bloß horizontal und steigend, wie bei den schwedischen Öfen sein. Die Schnelligkeit, mit der sich ein Ofen beim Erhitzen erwärmt und mit der er beim Löschen des Feuers auskühlt, hängt weiter auch von der Dicke der Ofenwandungen, von der Größe des Ofens und namentlich von der Größe der Heizfläche ab. Die Erfahrung lehrt, dass man mit möglichst großen Heizflächen den besten Effect bei verhältnismäßig geringerem Kostenaufwand erzielt. Es ist immer besser, große Heizflächen schwach zu erwärmen, als mittelst kleiner einen stärkeren Wärmegrad hervorzurufen, weil im letzteren Falle eine Überhitzung der Heizfläche nur zu leicht möglich ist



Fig. 40.

Es hat sich gezeigt, dass die durch einen Ofen sich verbreitende Wärme am angenehmsten ist, wenn die Temperatur der erwärmenden Flächen 50 bis 60° C. nicht übersteigt. Werden die Heizflächen heißer, wie dies häufig der Fall ist, so nimmt die Wärmestrahlung ungemein rasch zu, was gesundheitlich von Nachtheil ist. Eiserne Öfen haben nicht selten 120 bis 130° an der Außenfläche. Alle jene Öfen sind hygienisch vortheilhafter, deren Wirkung vorwiegend in Wärmeleitung besteht. Hohe, schlanke und große Thonöfen, deren Wände eine bedeutende Fläche bieten und deren Material seiner Natur und Dicke wegen Wärme langsam aufnimmt und abgibt, sind deshalb, wenn es sich um eine gleichmäßige, behagliche Zimmerheizung handelt, den kleinen, dünnen, Wärme rasch leitenden eisernen Öfen, die mehr für schnell zu erwärmende Geschäftslocalitäten sich eignen, unbedingt vorzuziehen.

Um bei eisernen Öfen der Überhitzung vorzubeugen, die Heizflächen zu vergrößern und dadurch die Wärmeleitung zu steigern, werden neuerer Zeit häufig die Gusswände dieser Öfen mit weit vorstehenden Rippen versehen (Fig. 40).

Weiter belästigt der auf glühenden Ofenflächen versengende Staub durch den hierbei entstehenden brenzlichen Geruch.

Bei einer Erwärmung der Ofenfläche bis zu 100° C. ist eine trockene Destillation des Staubes nicht zu befürchten.

Wichtig ist die bei jeder Heizungsart eintretende Veränderung der relativen Feuchtigkeit und des Sättigungsdeficits der Luft. Strömt z. B. mit Wasserdampf gesättigte feuchte Luft von — 20° C., welche im Kubikmeter 1·57 Gramm Wasserdampf enthält, in die Stube und wird durch eine Heizung nun auf + 20° C. erwärmt, so müsste, wenn Sättigung noch vorhanden sein sollte, diese Luft 17·53 Gramm Wasserdampf pro Kubikmeter enthalten. Diese Luft von + 20 enthält aber nur 1·57 Gramm, also nur $\frac{1.57}{17.53} = 0{\cdot}089$ der bei + 20° C. möglichen maximalen Feuchtigkeit, dass wäre also rund 9 Procent, und ihr Sättigungsdeficit betrüge 17·53 — 1·57 = 15·96 Gramm. Zieht man noch die Ausdehnung, welche die Luft bei einer Temperaturerhöhung von 40° erfährt, in Rechnung, so resultieren nur 8 Procent relative Feuchtigkeit.

Durch jede Art von Heizung, sei sie Ofen-, Kamin-, Luft oder Wasserheizung, wird also eine Reduction der relativen Feuchtigkeit und Erhöhung des Sättigungsdeficites bewirkt. Der Feuchtigkeitsgehalt ist aber immer höher, als hier berechnet wurde, da namentlich von den Mauern Wasserdampf abgegeben wird und die sich in dem Raume aufhaltenden Menschen Wasserdampf aushauchen, somit der Luft Feuchtigkeit zuführen. In dem vorhin als Beispiel gewählten Falle fanden sich in einem durch Ofenheizung erwärmten Raume bei 20° C. 20 Procent relativer Feuchtigkeit.

Es wurde in früherer Zeit auch behauptet, dass die gusseisernen Öfen, wenn sie bis zum Rothglühen erhitzt werden, Kohlenoxyd austreten lassen.

Die Versuche von Fodor und Gruber beweisen auf das Bestimmteste, dass das Kohlenoxyd unter den im täglichen Leben gegebenen Bedingungen durch die Wandung eiserner Öfen nicht hindurch diffundieret.

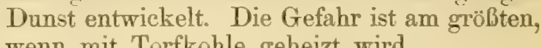
Es muss darauf hingewiesen werden, dass vom physikalischen Standpunkte ein Austritt des im Ofen gebildeten Kohlenoxyds durch das Gusseisen umsoweniger möglich ist, als im Ofen ein kräftiges Saugen, also das Gegentheil von Druck stattfindet, und dass demnach das Kohlenoxydgas, das sich bei kräftigem Zug ohnehin nur in Spuren bildet, viel bequemer zum Schornstein hinaus mit den übrigen Gasen entweichen kann, als nach dem Wohnraum zu.

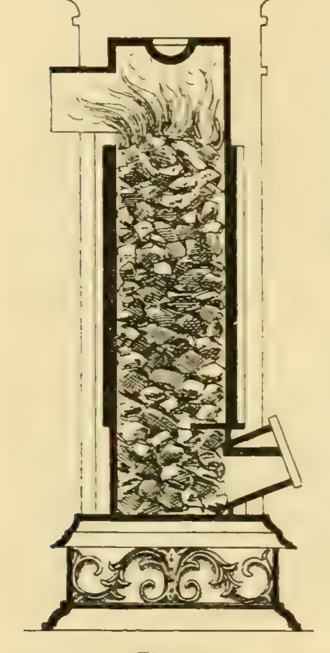
Wenn aber auch nicht durch Diffusion Kohlenoxyd austritt, so können doch mancherlei Umstände bei der Heizung das Auftreten von Kohlenoxyd bewirken.

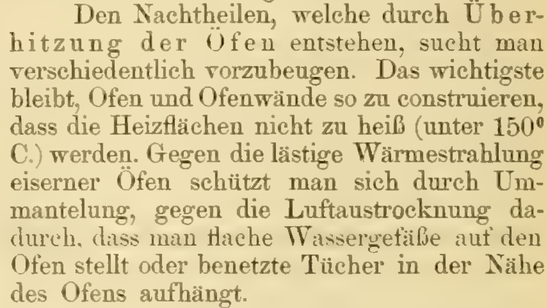
So bildet sich Kohlenoxydgas entweder durch Staub, der an den glühenden Ofenwänden versengt wird, oder aber es treten die Verbrennungsgase wegen Undichtigkeit im Ofen und den Ofenröhren nach Schließung der Ofenklappe am Rauchrohr, endlich bei mangelhaftem Zuge im Kamin als Rauch in das Zimmer und bringen so das Kohlenoxyd mit. Das Eindringen von Kohlenoxyd aus der Heizvorrichtung ist demnach nicht nur möglich, sondern sogar nicht selten.

Man hat mit aller Strenge zu verlangen, dass keine Ofenheizung gestattet werde, welche mit einer Ofenklappe versehen ist. Die Regulierung der Luftzufuhr lässt sich in jeder gewünschten Weise am Ofenthürchen ausführen.

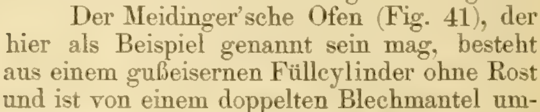
Bekanntlich werden in vielen Ländern, namentlich in Italien und Spanien, aber auch im südlichen Frankreich die sogenannten Kohlenbecken als Zimmerheizung verwendet. Aber auch bei uns werden Kohlenbecken und Carbon-Natronöfen und auch die mit Kohle geheizten Selbstkocher zu mancherlei Zwecken, so z. B. zum Wärmen des Samowar, zum Löthen, zur Heizung benützt. Derartige Apparate sind selbstverständlich nur in freier Luft oder bei offenem Fenster oder bei Ableitung der Verbrennungsgase am Platze. Stehen sie dagegen in einer Wohnung und ist das Zimmer klein und der Abzug der Verbrennungsgase gehemmt oder nicht reichlich genug, so können die Bewohner durch Kohlendampf vergiftet werden. Fälle dieser Art sind nicht selten, und namentlich ist es die unter der Asche glimmende Kohle, welche den giftigen


Dunst entwickelt. Die Gefahr ist am größten, wenn mit Torfkohle geheizt wird.


Fig. 41.


Den Nachtheilen, welche durch Überhitzung der Öfen entstehen, sucht man verschiedentlich vorzubeugen. Das wichtigste bleibt, Ofen und Ofenwände so zu construieren, dass die Heizflächen nicht zu heiß (unter 150° C.) werden. Gegen die lästige Wärmestrahlung eiserner Öfen schützt man sich durch Ummantelung, gegen die Luftaustrocknung dadurch, dass man flache Wassergefäße auf den Ofen stellt oder benetzte Tücher in der Nähe des Ofens aufhängt.

Während in früherer Zeit die sogenannten Schüröfen, bei welchen ein fortwährendes Nachlegen von Brennmaterial durch die unten am Ofen angebrachte Heizthüre stattfindet, einzig und allein in Gebrauch waren, sind gegenwärtig die Füllöfen zu häufiger Verwendung gelangt. Dieselben werden auf einmal mit dem Brennmaterial gefüllt, und zwar meist von oben; das Brennmaterial, das sie fassen, reicht für einen halben oder ganzen Tag aus.


Der Meidinger'sche Ofen (Fig. 41), der hier als Beispiel genannt sein mag, besteht aus einem gußeisernen Füllcylinder ohne Rost und ist von einem doppelten Blechmantel umgeben; der Füllcylinder, aus einzelnen Ringen bestehend, die man auswechseln kann, hat unten statt der Rostöffnung einen Hals mit einer hermetisch schließenden Thür versehen, die durch seitliche Verschiebung den Luftzutrit auf das Genaueste regulieren lässt. Beschickt wird der Ofen mit Kohle oder Coaks, die bis zu einem gewissen Grade verkleinert werden müssen, damit das Feuer weiter brennt. Die Verbrennung in diesem Ofen ist rationell und ökonomisch; die Wärme wird rasch an die Ofenwände abgegeben; der Brennstoff wird vollständig zu Kohlensäure verbrannt; durch den doppelten Blechmantel ist die lästige strahlende Hitze vermieden, so dass man den äußeren Mantel stets mit der Hand anfassen kann, die außergewöhnliche Stärke der Ofenwandungen hält die Hitze länger zurück und schützt vor dem raschen Verbrennen des Eisens.

Der Mantelofen von Wolpert besteht aus einem Feuerkasten, der einen Füllcylinder und eine Anzahl enger Heizröhren trägt. Der Cylinder dient zur Aufnahme des Brennstoffes, die Verbrennung findet nur im Feuerkasten statt und die verbrannten Gase durchströmen die engen Röhren, die sich oben in einem gemeinschaftlichen Kasten vereinigen und von dort in das Rauchrohr abziehen. Diese Röhrchen bilden eine große Oberfläche und bewirken also eine vorzügliche Ausnützung der Feuergase.

Der Hauptvortheil dieser beiden Öfen, sowie überhaupt der Mantelöfen besteht darin, dass sich mit denselben kräftig wirkende Ventilationseinrichtungen verbinden lassen, was bei den gewöhnlich construierten Öfen nicht oder weniger der Fall ist.

Die gewöhnlichen, vom Zimmer aus heizbaren Schüröfen sind, wie bereits früher erörtert wurde, nicht ganz ohne ventilatorische Wirkung, allein diese Wirkung ist mit Rücksicht auf den Ventilationsbedarf eine viel zu geringe. Wenn man hingegen den Raum zwischen dem Ofen und dem Mantel eines Mantelofens oben durch Öffnungen mit der Zimmerluft und unten seitlich durch einen nach außen mündenden Saugcanal mit der Atmosphäre communicieren lässt, so wirkt während der Heizperiode der Mantelbinnenraum als Lockkamin und fördert so eine sehr beträchtliche Menge einer reinen und nach dem Durchgang durch den Mantelbinnenraum entsprechend vorgewärmten Luft ins Zimmer (Fig. 42).

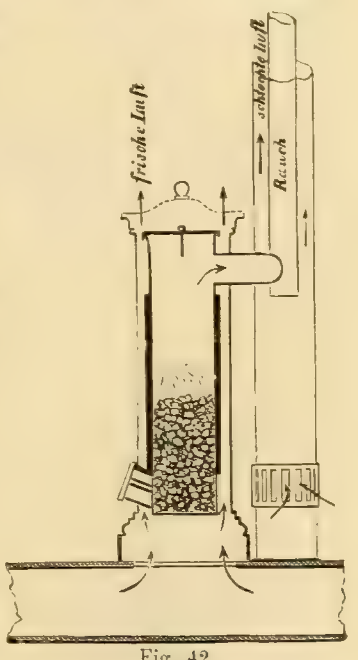


Fig. 42.

Diese Ventilationsmantelöfen werden häufig noch mit Einrichtungen versehen, durch welche man die Zufuhr frischer Luft von außen nach Belieben regeln und auch gänzlich abschließen kann. Der Canal, der die Außenluft in dem Mantelraum zuführt, wird nämlich mit einem Schieber versehen. Ferner kann durch eine am unteren Theil des Mantels angebrachte Öffnung durch Zu- oder Aufmachen derselben mittelst eines Thürchens die Zimmerluft mit dem Mantelbinnenraum in Communication gesetzt oder abgesperrt werden. Schließt man mittelst Schieber den Canal, so tritt durch das offene Thürchen die Zimmerluft in den Mantelraum, erwärmt sich an den Ofenflächen und geht an dem oberen offenen Ende des Mantels in das Zimmer, steigt als warme Luft gegen die Decke, kühlt sich hier ab, sinkt in Folge dessen zu Boden und tritt dann wieder in den Mantelraum ein, um so fortwährend zu circulieren. Durch diese Circulationsheizung wird das Zimmer zunächst angeheizt, die Wände werden erwärmt und das Zimmer ohne Wärmeverlust auf den gewünschten Grad temperiert.

Will man nun ventilieren, so schließt man das Thürchen nach dem Zimmer und stellt den Schieber des Suctionscanals derart, dass frische

Luft je nach Bedarf mehr oder weniger eintritt. Die frische Luft erwärmt sich im Mantelraum und steigt im Zimmer gegen die Decke auf. Für den Abzug der Luft, welche nach Abkühlung und Verathmung heruntersinkt, lässt man in den Zimmerwänden, nahe am Fußboden, einen Abzugscanal nach dem Kamin münden. Der Querschnitt der Abzugsöffnung muss der Größe nach jenem der Zutrittsöffnung entsprechen. Die Abfuhr der verdorbenen Zimmerluft kann man auch durch eine Ummantelung des Rauchrohres bewirken (Fig. 42).

Vollkommener in der Construction betreffs gleichmäßiger Regulierbarkeit sind gewisse in Nordamerika gebräuchlichen, bei uns kurzweg als „amerikanische" bezeichnete Öfen. Das Charakteristische derselben liegt in dem Korbrost. Derselbe besteht (Fig. 44) aus dem Feuerraum *A*, aus fassdaubenartig aneinander gesetzten, leicht auszuwechselnden Gussplatten.

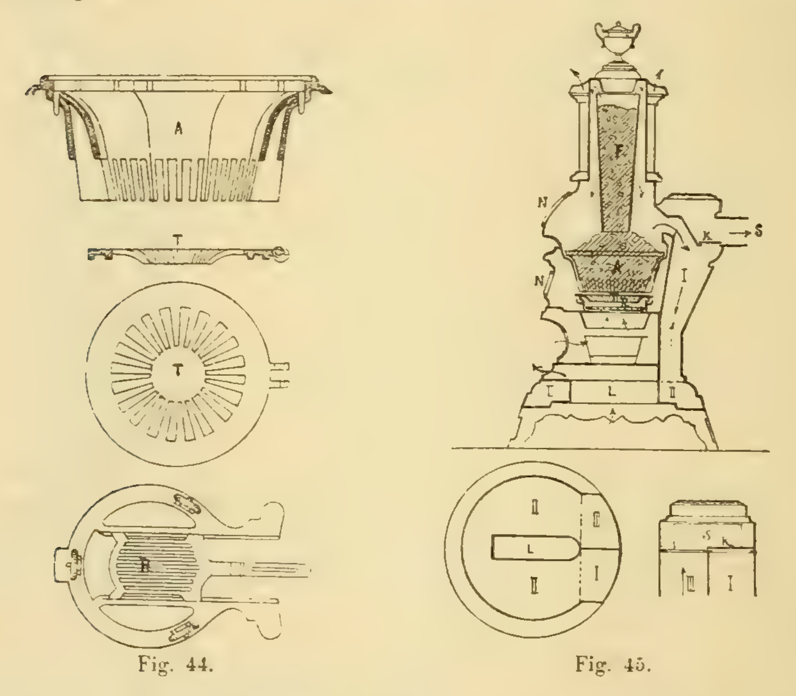


Fig. 44. Fig. 45.

Dieser Feuerraum ist nach unten durch den von außen mittelst einer Stange drehbaren Rostteller *T* und einem ebenfalls von außen verschiebbaren Planrost *R* abgeschlossen. Indem man Rost und Rostteller aneinander verschiebt, reitert man die Asche in das Aschengefäß.

Das Brennmaterial, am besten Anthracit oder Coaks, kommt in den Fülltrichter *F* (Fig. 45), die Rauchgase lässt man anfänglich direct nach dem Kamin abziehen; wenn das Feuer aber bereits im Gange ist, stellt man die Klappe *K* um und lässt die Rauchgase in der Richtung der Pfeile erst im Ofen circulieren, ehe sie austreten. Dadurch wird eine vermehrte Ausnützung des Brennmaterials erreicht. Dem durch einige Glimmerplatten, welche an der Thüre oder der Wandung sich befinden (*N*),

sichtbaren Feuer der amerikanischen Öfen kann außer dem dadurch gewährten Behaglichkeitsgefühle keine Bedeutung zugemessen werden. Den Ofen durchzieht frische Luft, wie in den früher genannten Mantelöfen. Die Vernickelung der Wand vermindert die Wärmestrahlung. Ähnlicher Construction und den amerikanischen Öfen gleichwertig sind die deutschen Fabrikate von Löhnholdt-Witte.

B. Centralheizung.

Die Vortheile der Central- vor den Localheizungen bestehen in einer sehr bequemen Bedienung, da der Transport der Brennmaterialien aus dem Keller nach den Heizstellen, nach den einzelnen Räumen fortfällt, ferner wird die Reinlichkeit befördert, da keine Asche aus den Zimmeröfen zu entfernen ist. Das Betreten der zu erwärmenden Räume durch das Heizpersonal ist ausgeschlossen und können Corridore und Treppenhäuser auf leichte Weise mitbeheizt werden, wodurch der lästige Zug beim Aufgehen von Thüren oder auch durch die Thürritzen vermieden wird. Man erspart Raum durch Wegfall der großen Heizöfen, vielleicht mit Ausnahme der Warmwasserheizung. Die Brennmaterialersparnis ist, weil durch Anlage genügend großer Heizflächen die erzeugte Wärmemenge vollständiger ausgenützt werden kann, eine wesentliche, trotzdem durch die langen Leitungen viel Wärme ungenützt verloren geht.

Andererseits ist freilich mit den Centralheizungen das Unangenehme verknüpft, dass bei gelegentlichen Beschädigungen, die nie ganz zu vermeiden sind, einzelne Wohnungen oder Stockwerke, selbst das ganze Haus unwohnlich gemacht werden können. Auch ist das Einfügen neuer Theile eines Gebäudes in ein Centralheizungssystem fast immer mit Schwierigkeiten verbunden.

Centralluftheizung.

Bei der Centralluftheizung steht der die Wärme erzeugende Ofen nicht im Zimmer, sondern in einem anderen Raume, Heizkammer genannt, von wo aus die warme Luft in die zu beheizenden Räumlichkeiten mittelst Canälen übergeführt wird. Eine Luftheizungsanlage muss gleich beim Neubau des Hauses mitangelegt werden, sie ist späterhin fast undurchführbar.

Die Heizkammer liegt unterhalb aller zu heizenden Localitäten. Da man bestrebt ist, mit möglichst wenig Brennmaterial die möglichst größte Wirkung zu erzielen, gibt man dem Heizkörper sehr große Heizflächen, versieht ihn mit Strahlungsrippen und hält die Verbrennungsgase, indem man sie durch vielfach gewundene, im Heizraum verlaufende Röhren hin und her strömen lässt, so lange zurück, bis sie die maximalste Wärme an die Luft in der Heizkammer abgegeben haben.

Diese besondere, durch die ökonomischen Rücksichten bedingte Constructionsart der zur Luftheizung dienenden Öfen macht es in hygienischer Hinsicht nothwendig, zu verlangen, dass der Feuerraum und alle von den Flammen direct zu erreichenden Eisentheile mit feuerfesten Steinen und Chamotte ausgekleidet seien, um nicht glühend zu werden, und dass die Verbindung der Wärmestrahlungskörper und der Rauchröhren eine durchaus dichte sei, damit bei etwaigen Stößen und Rückströmungen im Schornstein der Rauch nicht durch offene Fugen in die Heizkammer dringt, und schließlich den Zimmern mitgetheilt wird.

Die **Rostflächen** dürfen ja nicht zu klein gewählt werden, damit Überheizungen des Apparates vermieden bleiben.

Weiter ist als wesentlich zu beachten, dass die Röhren, durch welche die Verbrennungsgase streichen, für den Fall, als sich darin Russ und Flugasche ansetzt, der Reinigung leicht zugänglich seien. Für die ganze Brauchbarkeit der Luftheizung ist es eine wesentliche Bedingung, den Heizapparat so einzurichten, dass die Feuerung und die Reinigung des Ofens von außen geschieht.

Zur besseren Zusammenhaltung und Ausnützung der Wärme ist es gut, die Heizkammer aus möglichst schlechten Wärmeleitern, etwa aus Hohlziegeln herzustellen.

Die Heizkammer steht durch den **Zuleitungscanal für frische Luft** mit der Atmosphäre und durch mehrere Röhren für Ableitung der erwärmten Luft mit den zu beheizenden Räumlichkeiten in Zusammenhang.

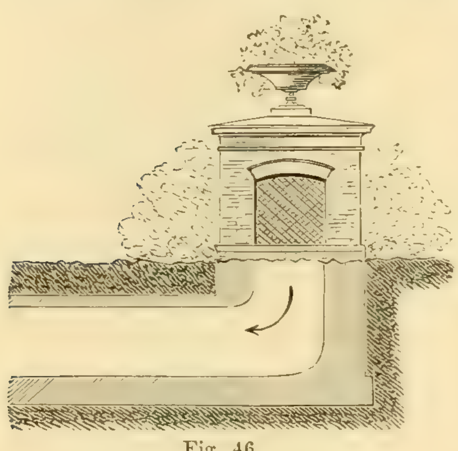


Fig. 46.

Es ist als Hauptregel festzuhalten, dass die ins Zimmer strömende Heizluft im Mittel nie wesentlich mehr als 50° haben darf, und die Einströmungsgeschwindigkeit soll 1 *m* pro Secunde nicht überschreiten. Um etwa übermäßig erhitzte Luft auf eine angemessene Temperatur zu bringen, leitet man gewöhnlich die heiße Heizkammerluft in die sogenannte Mischkammer, in welcher die Luft nach Bedarf in ihrer Temperatur durch Einlassen kalter Luft von außen erniedrigt wird.

Der Zuleitungscanal für kalte Luft ist in der Regel ein gemauerter, horizontal liegender Canal, welcher unterhalb der Kellersohle von außerhalb des Gebäudes her geführt wird und am besten auf einem freien Gartenplatze beginnt. Um von der Heizkammer Staub abzuhalten, empfielt es sich, die Öffnung des Zuleitungscanales durch einen Pavillon zu überbauen und die Fenster des letzteren zu vergittern (Fig. 46).

Die Canäle zur Ableitung der erwärmten Luft öffnen sich an der **Decke** oder den Seitenwänden der Heizkammer. Von den Zuführungs- und Ableitungscanälen gilt im Allgemeinen dasselbe, was von den Schornsteinen gesagt wurde, sie sollen möglichst senkrecht hinauf- oder hinabgehen, glatte Wände, kreisförmigen Querschnitt, keine scharfen Knicke und keine Vorsprünge haben; glasierte Thonröhren sind hiefür ein sehr empfehlenswertes Material. Horizontale Leitungen sind möglichst zu vermeiden.

Da die Geschwindigkeit, mit welcher sich die warme Luft in den Canälen bewegt, außer von der Temperatur von der lothrechten Höhe der Canäle abhängt, so können die oberen Zimmer eines Hauses der Heizkammer mehr warme Luft entziehen, als die unteren, welche kalt bleiben. Eine vollständig gleichmäßige Vertheilung der Wärmemenge nicht bloß in allen Etagen, sondern auch in den einzelnen Räumen der-

selben kann dadurch aber herbeigeführt werden, dass jeder Raum einen besonderen Zuführungscanal enthält, dessen Dimensionen dem Wärmebedürfnisse entsprechend festgestellt sind.

Wenn man auch für jede Etage einen eigenen Luftzufuhrscanal herstellt, so wird doch, weil die Geschwindigkeit, mit der sich die warme Luft bewegt, von der Höhe der Canäle abhängt, das obere Stockwerk rascher und stärker warm als das untere. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, werden mancherlei Kunstgriffe benützt.

Es wird vorgeschlagen, die Einströmungsöffnungen der Canäle in der Heizkammer, durch welche man die erwärmte Luft erreicht, für das obere Stockwerk etwas niedriger anzubringen. Man erreicht dadurch einerseits eine größere lothrechte Höhe der Canäle und andererseits für dieses Stockwerk eine weniger hohe Temperatur der ausströmenden Luft, weil die tieferen Luftschichten, aus welchen in der Heizkammer diese Canäle schöpfen, eine niedrigere Temperatur besitzen.

Ein fernerer Behelf zur besseren Erwärmung der unteren Stockwerke besteht darin, dass man die Weite der Canäle für die oberen Stockwerke beschränkt. Diese Einschränkung der Canäle für die oberen Etagen kann entweder dadurch geschehen, dass man ihnen von Haus aus eine geringere Weite gibt oder durch angebrachte Schieber. Je weniger stark die Luftheizungsluft erwärmt wird, desto geringer wird der Unterschied der Temperatur in den verschiedenen Localitäten, indem die Temperaturverschiedenheit der verschiedenen Höhenlagen abhängt von dem Gesammtunterschiede der warmen und der am Fußboden ankommenden Luft.

Die Austrittsöffnungen, durch welche die warme Luft in die Räume einströmt, sollen stets in den verticalen Wänden, aber nie unmittelbar unter der Decke angebracht werden, sondern bei mittleren Räumen etwa 2·5 *m* über dem Fußboden.

Eine Luftheizungsanlage heizt im Gegensatze zu allen übrigen centralen Beheizungsarten nicht mit Circulation der Wärme, sondern mit Ventilation.

Da die Luft in einem Raume durch die Athmung der Menschen, und durch die Beleuchtung u. s. w. verdorben wird, so kann man sie nicht, nachdem sie sich auf normale Stubentemperatur abgekühlt hat, wieder in den Heizraum zurückfließen lassen, wie das Wasser bei der Warmwasserheizung oder der Dampf bei der Dampfheizung zum Kessel zurückkehrt, um dort wieder Wärme zu empfangen, sondern die Luft hat, einmal verdorben, die Fähigkeit eingebüßt, wieder verwendet zu werden und entweicht durch die Abführungscanäle.

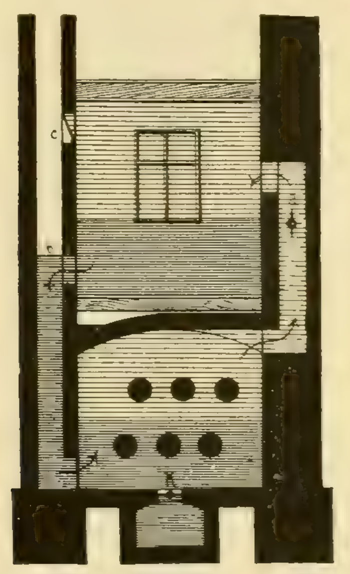
Jede Luftheizungsanlage ist also zugleich eine Ventilationsanlage; das ist ein nicht gering zu schätzender Vortheil, den sie vor den übrigen Heizeinrichtungen voraus hat.

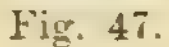
Allerdings ist nun damit ein gewisser ökonomischer Nachtheil verknüpft, denn bei Circulationsheizung hätte man nur jedesmal die auf Stubentemperatur abgekühlte Luft wieder auf etwa 50° zu erwärmen, bei der Ventilationsheizung muss jedoch, weil stets frische Luft in den Caloriferenraum tritt, die Erwärmung von der Temperatur im Freien bis zu 50° gebracht werden. Besonders an sehr kalten Tagen ist das ein Übelstand. Wenn mehr Wärme benöthigt wird, so lässt sich eine solche vermehrte Wärmezufuhr nur auf zwei Wegen bewerkstelligen, entweder man lässt

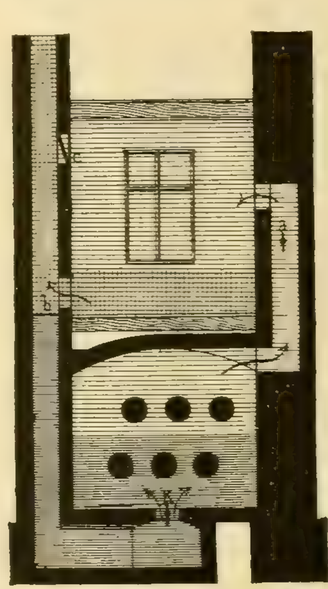
die Luft mit höherer Temperatur in den zu beheizenden Raum treten, oder man vermehrt die Menge der zugeführten Luft. Da es nun mehr mancherlei Gründen nicht thunlich ist, die Luft sehr stark zu erhitzen, so bleibt nur der zweite Weg übrig; damit wird aber auch mehr Wärme, welche zu dem Anheizen der Luft aus dem Freien nothwendig ist, verbraucht. Doch ist der ökonomische Nachtheil nicht so gewichtig, zumal trotzdem die Luftheizung die billigste aller Centralheizanlagen ist.

Nur unter gewissen Umständen ist es gestattet, die Luftheizung als **Circulationsheizung** zu benützen.

Um das erste Anwärmen der zu beheizenden Räume zu beschleunigen, kann man bei Beginn des Heizens die Heizluft wieder in die Heizkammer zurückführen und circulieren lassen, bis das Bedürfnis nach Luftwechsel eintritt. Wo z. B. in Schulgebäuden die Luftheizung eingeführt ist, kann man vor Beginn des Frühunterrichts die Circulationsheizung in Gang setzen und so mit wenig Brennmaterial den nöthigen Temperaturgrad bald erreichen.




Fig. 47.


Fig. 48.

Die Einrichtungen der Luftheizung lassen sich ohne bedeutende Mehrauslagen für die Zwecke der Sommerventilation anpassen. (S. später S. 176.)

Nebenstehende Abbildungen werden das Wesen der ventilierenden Luftheizung deutlich machen. Es liegt unten im Keller ein Calorifère, welcher die Luft erwärmt. Die erwärmte Luft steigt durch einen Canal *a*, den Heizcanal, in die Höhe, tritt in das Zimmer ein und wird auf der anderen Seite in verschiedener Weise abgezogen. Ist der Luftzuführungscanal *k* in der Heizkammer und die Klappe *c* im Zimmer geschlossen, ist auch zugleich die Klappe *b* so gestellt, dass der obere Theil des Canals *b c*, Ventilationscanal genannt, von der Communication mit dem Zimmer abgesperrt ist, so wird die Luft zwischen Heizkammer und Zimmer fortwährend circulieren (Fig. 47).

Wird die Klappe *k* im Luftzuführungscanal der Heizkammer geöffnet, die Klappe *b* so gestellt, dass die Communication zwischen Zimmerluft und Ventilationscanal hergestellt ist, und bleibt die Klappe *c* zu, so tritt frische Luft durch die Heizungskammer ein, erwärmt sich, tritt durch den Canal *a* ins Zimmer und geht, nachdem sie hier verbraucht ist, durch den Ventilationscanal ab (Fig. 48).

Im Sommer ventiliert man in der Art, dass man die frische Luft durch *k* in die nunmehr kalte Heizkammer und aus dieser durch *a* ins Zimmer eintreten und durch die Öffnungen *c* und *b*, wobei letztere Klappe die in Fig. 49 angedeutete Stellung hat, nach ihrer Ausnützung in den Ventilationsschlauch abgehen lässt.

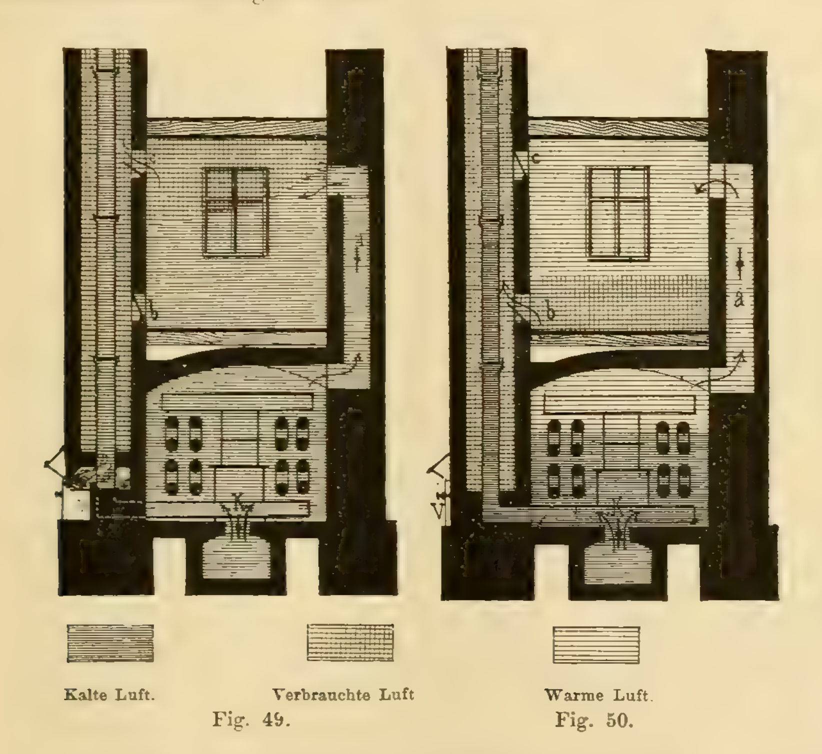


Fig. 49. Fig. 50.

Man kann den Ventilationseffect der Luftheizung sehr bedeutend steigern und Unregelmäßigkeiten durch Windpressungen vorbeugen, wenn man das Abzugsrohr durch eine Feuerung stets warm erhält. Die Art der Anlage dieser Feuerung ist aus Fig. 49 und 50 ersichtlich. Bei der Winterventilation (Fig. 50) wird der Calorifère geheizt, die Klappe *c* ist zu, *b* offen, *k* offen. Im Sommer wird selbstverständlich nicht geheizt und da hierbei die Erwärmung durch das Rauchrohr entfällt, so steht dann die Anfeuerung *V* im Betriebe. Dabei ist *c* offen, *b* zu, *k* offen (Fig. 49).

Aus den obigen Erörterungen wird ersichtlich, dass die Luftheizung mancherlei Vortheile bietet, von denen hauptsächlich der ventilatorische Effect, die Billigkeit und Einfachheit der Anlage und des Betriebes her-

vorzuheben sind. Es drängt sich aber die Frage auf, ob nicht die Luftheizung auch mancherlei Schattenseiten aufweist. Insbesondere wird der Luftheizung vorgeworfen, dass sie häufig eine verunreinigte Luft in Folge von Versengung zuführe, dass die zugeführte Luft meist sehr trocken sei, dass die Wärme im Zimmer sehr ungleichmäßig vertheilt werde, und dass die Leitung der warmen Luft in mehrere entfernt voneinander gelegene Zimmer sehr viel Schwierigkeiten bereite und man die erwärmte Luft nicht weiter als höchstens 13 bis 14 Meter in horizontaler Richtung leiten könne.

Es muss bemerkt werden, dass diese Bedenken zum Theil nur dann berechtigt erscheinen, wenn die Anlage eine unvollkommene und die Bedienung eine unaufmerksame, nachlässige ist. Soll die Einrichtung sich bewähren, so muss die zu erwärmende, in die Zimmer einzuführende Luft einer reinen Quelle entnommen, allenfalls durch Filter von Staub gereinigt werden; damit sie durch den Heizprocess keine neue Verunreinigung, etwa durch Rauch oder durch Brennproducte erfahre, muss der Ofen der Heizkammer in allen seinen Theilen dicht hergestellt und vor Glühendwerden seiner Flächen durch Thonausfütterung u. s. w. bewahrt sein.

Da die Luft Staub pflanzlichen und thierischen Ursprungs enthält, so wird derselbe bei verschiedenen Temperaturen mehr oder weniger rasch zersetzt. Man kann dementsprechend schließen, dass bei denjenigen Heizungen, deren Heizfläche sehr heiß ist, eine raschere Zersetzung dieser organischen Stoffe eintritt, als bei denjenigen, deren Heizfläche eine niedere Temperatur besitzt. Man nimmt im Allgemeinen an, dass bei Temperaturen, die über 250° liegen, ein Versengen der organischen Staubtheilchen eintritt, wenn die Staubtheilchen längere Zeit mit der betreffenden Heizfläche in Berührung bleiben.

Weiter wird der Luftheizung vorgeworfen, dass die zugeführte Luft meist sehr trocken sei. Das Gefühl der Trockenheit der Luft hat nicht allein nur in dem Mangel an Feuchtigkeit seinen Grund, sondern es kann auch in anderer Weise entstehen. Es ist bekannt, dass die sogenannte „Austrocknung der Luft" nicht nur bei der Luftheizung, sondern mehr oder weniger bei jeder Beheizungsart sich geltend macht. Bei der Luftheizung spricht allerdings auch ein anderer Umstand mit, welcher die geringe relative Feuchtigkeit mehr empfinden lässt, als bei anderen Heizungen; das ist der rasche Luftwechsel und die Luftbewegung durch die Ventilation, wodurch eine Ansammlung von Feuchtigkeit durch Menschen, durch Beleuchtungsmaterial u. s. w. vermieden wird.

Fodor macht auch darauf aufmerksam, dass die Destillationsproducte, welche durch Versengen des Staubes an der Caloriférenoberfläche entstehen, ebenfalls das Gefühl der Trockenheit verursachen; er fordert deshalb, dass die Caloriférenoberfläche niemals bis auf 150° erwärmt werde, denn schon bei dieser Temperatur bilden sich aus dem aufgelagerten Staub Destillationsproducte, welche das Auge reizen und schwächliche oder empfindliche Individuen oder Lehrer, welche ihre Athmungsorgane stundenlang anstrengen müssen, schädigen können.

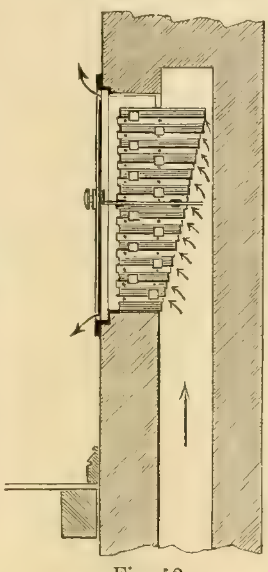
Man kann die Luft bei Luftheizung durch künstliche Befeuchtung stets auf einen ausreichenden Feuchtigkeitsgrad bringen. Für Luftheizungen benützt man zu diesem Zwecke theils die sogenannten Luftbefeuchtungsrädchen, theils flache Wassergefäße, über welche die Heizluft streicht.

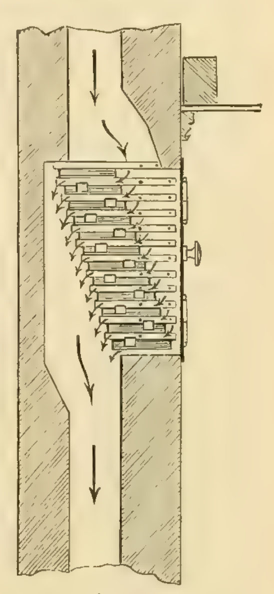
Das Luftbefeuchtungsrädchen ist nach Art einer Windmühle construiert (Fig. 51), wird durch den Luftstrom in Rotation versetzt und zerstäubt durch Eintauchen der Flügelspitzen in ein Gefäß das darin befindliche Wasser.

Eine andere Einrichtung zeigt der Apparat von Fischer und Stiehl (Fig. 52 und 53). Er besteht aus einer Anzahl flacher Schalen, welche man im Wärmeluftcanal so anbringt, dass die Luft über die Wasserflächen streichen muss. Die Schalen sind mit Überlaufröhren versehen, so dass man nur in die oberste Schale so lange Wasser zu gießen braucht, bis die unteren Schalen eine nach der andern sich gefüllt haben. Ist die Höhenlage der Einmündungsstelle des Heizcanales so, dass man die Füllung der einzelnen Wassergefäße leicht controlieren kann, so wird die Construction, wie sie Fig. 52 zeigt, angewendet; soll dagegen die Ausströmungsöffnung für die Ventilationsluft an der Decke liegen, so wählt man die Construction Fig. 53.



Fig. 51.


Fig. 52.


Fig. 53.

Weitaus am zweckmäßigsten wird übrigens schon im Heizraume selbst die Befeuchtung durch brausenähnlche Einrichtungen vorgenommen; es darf dieselbe aber keine willkürliche sein, sondern es muss die Luft mittelst Hygrometers auf ihren Feuchtigkeitsgrad untersucht werden. Neuere Beobachtungen haben dargethan dass der Trockenheitsgrad der Luft bei Luftheizungen nicht größer ist als bei den übrigen Beheizungsarten (Reinhard).

Die Vertheilung der Wärme in den Räumen, deren obere Luftschichten sehr warm, die dem Boden anliegenden aber kalt sind, lässt bei der Luftheizung, wie bei jeder künstlichen Heizung zu wünschen übrig. Dem Übelstande wird aber im wesentlichen abgeholfen, wenn die Luft mit nicht zu hoher Temperatur und nicht direct unter der Decke, sondern tiefer einströmt (Bezold, E. Voit und Forster.)

Durch die Wandungen der Calorifére geht, wie oben schon für die eisernen Öfen mitgetheilt wurde, Kohlenoxyd bei normalem Betrieb nicht hindurch (Fodor, Gruber).

Weitaus die meisten Klagen entstehen bei der Luftheizung durch die schlechte, ungeübte Bedienung derselben. In vielen Fällen wird der Heizer zu allerlei Besorgungen verwendet und schürt daher, ehe er die Calorifère verlässt, reichlich nach, um das Ausgehen des Feuers zu verhüten; die Überheizung der Räume ist die Folge und damit die Belästigung der Anwesenden gegeben.

Die Luftheizung ist eine heutzutage vollkommen befriedigende Heizanlage, welche namentlich da, wo zugleich eine lebhafte Ventilation benöthigt wird, ihr besonderes Feld der Thätigkeit findet.

Dampfheizung.

Eine Dampfheizungsanlage besteht meist aus einem Kessel mit der nöthigen Feuerung, in welchem Wasser verdampft wird, aus den Vertheilungsröhren, welche den Dampf je nach Bedürfnis in die verschiedenen Stockwerke und Zimmer führen, aus den Condensationsgefäßen, in welchen sich der Dampf wieder zu Wasser verdichtet und dabei seine frei gewordenen Wärme an die Gefäßwände abgibt, endlich aus den Abflussröhren für das aus dem Dampf verdichtete Wasser; doch gibt es auch vereinfachte Systeme.

Es ist nicht gerade nöthig, dass der Dampfkessel im Keller oder im Erdgeschoss des zu heizenden Gebäudes selbst stehe, sondern der Dampf kann auch anderen, in der Nähe befindlichen Dampfkesseln entnommen werden, weshalb diese Art von Heizung vielfach bei gewerblichen Anlagen Verwendung findet.

Der Dampf ist außerordentlich geeignet, als Träger der Wärme aufzutreten; je größer die Spannung desselben, um so dichter wird derselbe und um so mehr Wärme vermag 1 m^3 zu übertragen, wie folgende Tabelle ergibt.

Druck des Dampfes	Temperatur in 0° C.	Gewicht von 1 m^3 Dampf	1 *kg* Dampf nimmt Wärme auf in Cal.	1 m^3 Dampf nimmt Wärme auf in Cal.
1 Atmosphäre	100.0	0.589 *kg*	637	375
2 „	120.6	1.134 „	643	729
3 „	133.9	1.658 „	647	1073
4 „	144.0	2.173 „	650	1412
5 „	152.2	2.680 „	653	1750

Strömt aus dem Kessel der Dampf mit 100°, so hat 1 m^3 Dampf, bei der Erwärmung von 0° an 375 Cal. aufgenommen; lässt man aber in dem Röhrensystem den Dampf sich condensieren und als Wasser von 100° in den Kessel zurückfließen, so liefert 1 m^3 Dampf 0,589 *kg* Condenswasser, in welchem noch rund 58·9 Cal. aufgespeichert sind. 1 m^3 Dampf hat demnach in den Dampfheizungsröhren 375 (s. Tab.) — 58·9 = 316 Cal. an Wärme abgegeben; und in ähnlicher Weise erhält man bei 5 Atmosphären-Druck als Wärmeübertragung für den m^3 Dampf (unter Annahme der gleichen Verhältnisse) 1750—269,0 = 1482 Cal. Es sind dies ganz enorme Wärmemengen, die sich durch Abkühlung des Condenswassers noch vergrößern ließen; bei der Luftheizung überträgt man mit 1 m^3 Heizluft kaum mehr als 12 Cal. an Wärme. Daher bedarf man, ganz abgesehen von dem bei der Dampfheizung zur Überwindung von Reibungswiderständen reichlich verfügbaren Druck, eines relativ nur engen Röhrensystems zur Leitung der Wärme.

Die Dampfheizung erfordert eine sehr sorgfältige Ausführung, namentlich der Dichtung und in Auswahl der Compensatoren, welche die durch die Verlängerung der Leitung beim Anwärmen und bei Verkürzung derselben durch das Abkühlen erzeugten Längenveränderungen meist durch Einfügung sich biegender, elastischer, bogenförmig gekrümmter Kupferröhren auszugleichen haben.

Die Anlage der Röhren muss so gerichtet sein, dass bei dem Einlassen von Dampf die Luft leicht verdrängt werde, weil sonst unangenehme, störende Geräusche unvermeidlich sind. Der continuierliche Betrieb ist dem intermittierenden vorzuziehen.

Die neueren Dampfheizungsanlagen rechtfertigen die früheren vielfach erhobenen Klagen nicht mehr; man bringt an Stelle der „Dampfspiralen“, die früher benützt wurden, in den Wohnräumen die „Dampfwasseröfen“ an. Fig. 54 stellt einen der gebräuchlicheren dar (Käuffer). Er ist ein Mantelofen, in dessen inneren Cylinder der Dampf mündet und unten austritt; in diesem Zustande hat er freilich wenig vor den Spiralen voraus. Aber der Dampfwasserofen erlaubt, das Condenswasser im inneren Cylinder aufzuspeichern. Die drei in Fig. 54 angegebenen Röhren können beliebig durch Hähne so reguliert werden, dass der Ofen entweder zu $^1/_4$, $^1/_2$ oder $^3/_4$ mit Wasser gefüllt bleibt. Wir haben es also beliebig in der Hand, das Wärmereservationsvermögen zu steigern oder zu verkleinern, und den Ofen jedem Bedürfnisse anzupassen.

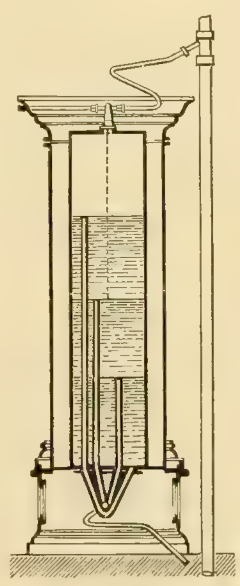


Fig. 54.

Die Dampfheizung hat den Vorzug unbegrenzter horizontaler Ausdehnung, und ist leicht in Gebäuden auch nachträglich einzurichten und bietet für manche größere Anlagen den Vortheil, den Abdampf noch weiter zu verwenden.

Mängel sind die theure Anlage und die Gefahr der Kesselexplosionen. Ihre Anwendbarkeit wird namentlich für große Gebäudecomplexe, Parlamente, Hochschulen, Theater, Krankenhäuser, Gefängnisse zu empfehlen sein.

Bezüglich der Luftverbesserung (Ventilation) leistet die Dampfheizung noch etwas weniger als die Stubenofenheizung; auch mit Rücksicht auf den Feuchtigkeitsgrad der Luft kommt ihr keine Verschiedenheit gegenüber der Stubenofenheizung zu.

In neuerer Zeit haben die Dampfheizungen mannigfache Veränderungen erfahren; hochgespannte Dämpfe werden vermieden, und die Niederdruckdampfkessel mit Sicherheitsvorrichtungen versehen, welche permanente Speisung des Kessels Gewährleisten, und jede zur hohe Spannung des Kessels durch Auswerfen des Wassers und durch die Nothpfeife kundgeben. Die Feuerung wird durch eine selbstthätige Regulierung im Gang erhalten, welche den Luftzutritt zum Rost bei wachsendem Wärmebedarf mehrt, bei abnehmendem mindert; die Bedienung des Kessels ist auf ein Minimum reduciert und erfordert keinen geschulten Heizer. Der

Kessel bedarf der Concessionierung nicht; es kann selbst unter bewohnten Räumen Aufstellung finden.

Von dem Kessel durchzieht ein einziges Röhrensystem das Haus; eine besondere Rückleitung für das Condenswasser fehlt. Es strömt an den Wandungen der Dampfleitung dem Kessel zu.

Durch Rippenheizkörper wird die Wärme den bewohnten Räumen zugetheilt; diese Heizkörper sind von einem Mantel aus einem undurchlässigen Material umgeben, durch Öffnung von Klappen strömt die Wärme dem Zimmer zu. Eventuell lässt eine zweite Klappe Luft aus den Luft-Canälen, dem Corridor oder dem Freien über die Heizkörper wegstreichen und bietet die Möglichkeit einer Ventilation.

Bei geschlossener Klappe der Umhüllung des Rippenheizkörpers tritt keine Wärme in die Stube. Das System bedarf zur Regulierung der Wärme sonach keine Ventile und Hähne an den Dampfröhren. Da die Heizung permanent ist, bietet das System gleichheitliche Regulierung der Wärme. (Systeme Bechem u. Post u. A.)

Bei der Dampfheizung legt man Rippenheizkörper meist unterhalb der Fensterbrüstung an oder an die Wandungen der Säle.

Die behufs Ventilation den Räumen zugeführte Luft wird durch Rippenheizröhre vorgewärmt; bei milder Kälte genügt wohl eine solche „Dampfluftheizung“ allein zur Erwärmung selbst großer Säle.

Zur Hebung der Ventilation im Sommer kann man die Luft in den Abstromkanälen erwärmen, alsdann gelangt frische kühle Luft in den Wohnraum (s. III. Cap.)

Eine neue Beheizungsform ist zugleich mit Niederdruckdampfheizung im Hamburg-Eppendorfer Krankenhausz ur Durchführung gekommen: die Fußbodenheizung. Unter dem Boden liegen in Canälen die Dampfröhren; die Temperatur des Bodens geht auf etwa 25°. Die Heizung lässt sich nur für eingeschoßige Räume anwenden; bedarf aber noch außerdem der Beihilfe von Rippenheizkörpern an den Wandungen, um bei strenger Kälte zu genügen. Die Temperaturen sind sehr gleichmäßig und um etwa 5° niedriger als der Boden. Die Beheizungskosten scheinen nicht unerheblich.

Wasserheizungen.

In ähnlicher Weise, wie man bei der Luftheizung, die in einem besonderen Raume, der Heizkammer, erwärmte Luft in die zu beheizenden Gemächer bringt und dadurch die letzteren erwärmt, ebenso kann man jene Wärme, welche das Wasser beim Erhitzen aufnimmt, durch Leitung dieses Wassers in bestimmte Räumlichkeiten übertragen.

Da die specifische Wärme oder die Wärmecapacität des Wassers für gleiche Gewichtsmengen in runder Zahl fast fünfmal so groß ist als die Luft, so kann das Wasser fast fünfmal so viel Wärme aufnehmen als die gleiche Gewichtsmenge Luft, wenn es denselben Temperaturgrad aufweist wie diese; Wasser kann daher aus einer Centralheizung schon in einem sehr geringen Volumen weit größere Wärmemengen in die einzelnen Räume eines Gebäudes transportieren und dort wieder abgeben als die Luft. Zur Erwärmung von 1 Cubm. Wasser um 1° C. sind 1000 Cal., zur Erwärmung von 1 Cubm. Luft nur 0·3 Cal. nothwendig. Auch gibt das Wasser durch leitende oder strahlende Körper, etwa durch

eiserne Röhrenwandungen, seine Wärme nur sehr langsam und allmählich an die umgebende Luft ab, wodurch die Beheizung der Räume zu einer sehr gleichmäßigen und andauernden sich gestaltet. Man unterscheidet Warmwasser- und Heißwasserheizungen.

Das Princip beider Wasserheizungssysteme beruht darauf, dass Wasser, welches ein in sich zurückkehrendes Röhrensystem ausfüllt, in die Höhe gehoben wird, wenn es unten in einem Kessel erwärmt wird. Das warme Wasser wird in Folge seines geringeren specifischen Gewichtes in dem System durch das kältere emporgehoben und auf letzterem zu schwimmen suchen. Es gelangt also zu dem höchsten Punkte der Leitung, wird dort durch das immerwährend nachströmende Wasser weiter gedrängt, kühlt sich auf dem langen Wege in Folge der Wärmeabgabe an die Rohrleitung und umgebende Luft ab und kehrt, in seiner Temperatur erniedrigt, wieder nach dem Kessel zurück, um von hier aus den Kreislauf von neuem zu beginnen.

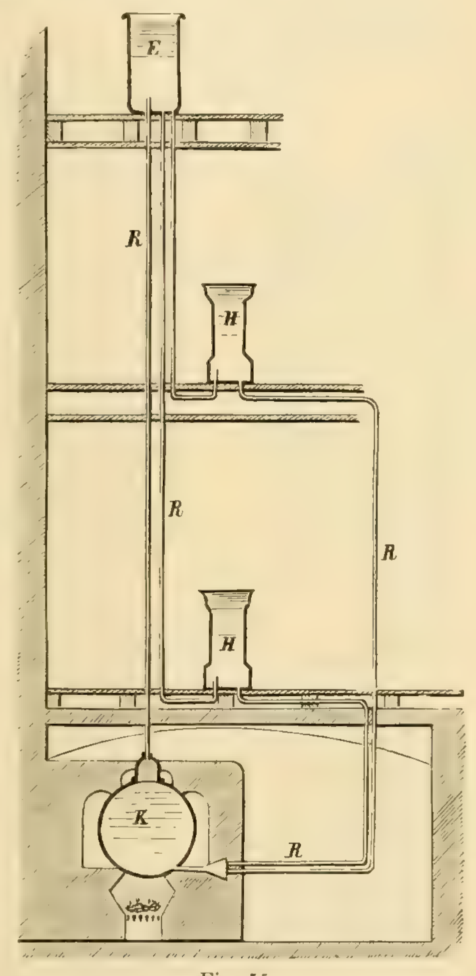


Fig. 55.

Die wesentlichsten Elemente der Warmwasserheizung sind (Fig. 55) ein Feuerherd im Keller; ein durch denselben erwärmter bis auf zwei Öffnungen geschlossener Wasserkessel *K*; eine von dem Dom des Kessels bis unter das Dach aufsteigende Metallröhre *R*, die hier in ein größeres, offenes Expansionsgefäß *E* gelangt; eine Anzahl von Fallröhren, welche von dem Reservoir in die einzelnen Etagen führen; horizontale Abzweigungen derselben in die zu beheizenden Räume. Vergrößerung der strahlenden und wärmeabgebenden Flächen dieser Abzweigungen durch Windungen der Röhren oder durch Heizkörper *H*; und Sammlung aller Fallröhren zu einer gemeinschaftlichen, wieder in den Wasserkessel führenden Röhre.

Das Wasser wird bei der Warmwasserheizung nur mäßig erhitzt, etwa bis zu 80°, nie bis zum Siedepunkt, trotzdem ist die Wärmeübertragung eine sehr mächtige. 1 Cubm. Wasser von 80° auf 20° sich abkühlend liefert 60.000 Cal. Wärme. Die Leitungsröhren sind von Guss- oder

Schmiedeeisen und haben je nach der Größe des Systems verschiedene Durchmesser. Ganz unbrauchbar würde sich die Anordnung erweisen, wollte man das Wasser, welches bereits einen Ofen durchflossen hat, noch durch einen anderen Ofen leiten, denn es hat dasselbe in dem ersteren so viel Wärme abgegeben, dass seine Temperatur unzureichend für eine fernere Erwärmung ist.

Die Heizkörper sind meistens cylindrische Öfen von 40 bis 60 Centimeter Durchmesser, aus verzinntem Eisenblech. Zwischen Boden und Decke dieser Öfen sind 6 bis 12 Stück Röhren aus verzinntem Eisenblech von circa 8 bis 10 Centimeter lichtem Querschnitt eingeschaltet, durch welche die Luft von unten eintritt, sich innerhalb derselben erwärmt und oben aus dem Ofen hinaus ins Zimmer strömt.

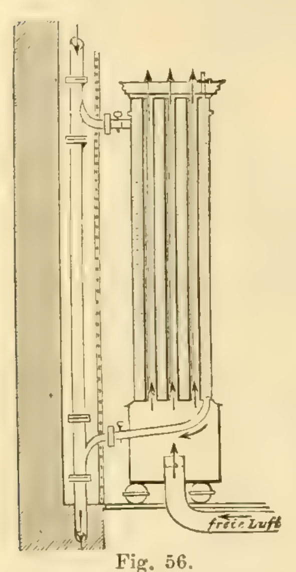
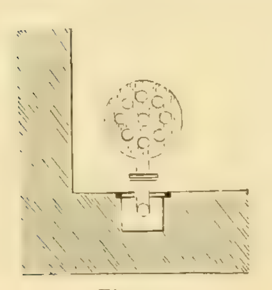


Fig. 56.


Fig. 57.

Man kann daher mit dem Ofen sehr leicht eine Ventilation verbinden nach Art der Mantelöfen, wenn man ihn auf einen hohlen Fuß aufstellt und den Fuß mittelst einer Rohrleitung mit der Außenluft communicieren lässt. Es wird alsdann im Ofen nur frische Außenluft erwärmt, die dem Zimmer durch die Ofendecke zugeführt wird. Eine Drosselklappe in dem Luftzuführungsrohr ermöglicht eine Regulierung oder vollständige Abschließung des frischen Luftstromes (Fig. 56 und 57).

Die Warmwasserheizung hat im allgemeinen den Vortheil einer angenehmen, constanten, auch nach Schluss der Feuerung lange anhaltenden Wärme. Der Druck in den Röhren wird nie so groß, dass bei guter Construction ein Platzen zu besorgen wäre, auch werden die Röhren nie so heiß, dass sich daran angesetzter Staub versengen und dadurch die Luft verderben könnte. Die Betriebskosten sind mäßig. Dagegen ist die Anlage sehr kotspielig.

Die Heißwasserheizung oder auch Perkinsheizung beruht auf demselben Princip wie die Warmwasserheizung, nur ist die Leitung auch im Expansionsgefäß gegen außen verschlossen, jedoch mit einer Ventilvorrichtung zur Verhütung von bei allzugroßem Drucke etwa entstehenden Explosionen. Ferner wird das Wasser bis auf 170° erwärmt, und zwar nicht in einem Kessel, sondern in dem spiralförmig gebogenen, etwa ein Sechstel der ganzen Leitungsröhren betragenden unteren Theil der Röhrenleitung selbst, welcher in einem Ofen direct vom Feuer erhitzt wird. Die Circulationsröhren sind von Schmiedeeisen und müssen einen Druck von 200 Atmosphären aushalten.

Bei der Heißwasserheizung kommen in der Regel keine eigentlichen Öfen in Anwendung; für eine ausreichende Erwärmung der zu beheizenden Räume genügt es, die Heizröhren in spiralförmigen Windungen in den zu erwärmenden Räumen verlaufen zu lassen (Fig. 58).

Die Heizröhren sind während des Heizbetriebes so heiß, dass sie die auffassende Hand verbrennen. Es ist deshalb der Vorsicht wegen nöthig, die Heizröhren durch Gitter oder durchbrochene Ummantelung so zu bergen, dass eine Berührung derselben nicht möglich ist.

Die Vortheile des Systems sind, dass es verhältnismäßig wenig Wasser braucht, weil dasselbe in Folge der hohen Erhitzung sehr viel Wärme in einer Gewichtseinheit aufgespeichert enthält und rasch circuliert, dass eine rasche Anheizung möglich ist, und dass die Anlagekosten im Vergleich zur Warmwasserheizung wesentlich geringer sind.

Nachtheile der Heißwasserheizung sind: Möglichkeit heftiger, zerstörender Explosionen, rasche Abkühlung nach dem Aufhören der Heizung, große Wärmestrahlung in der Nähe der Heizröhren, Versengen von Staubtheilchen an den sehr heißen Röhren.

Explosionen entstehen meist, wenn bei strenger Kälte das Wasser in einzelnen Röhrentheilen einfriert und man mit der Heizung beginnt, ohne zuvor durch gelinde Feuerung die zugefrorenen Stellen eisfrei gemacht zu haben. Die Gefahr der Explosion tritt ferner ein, wenn zu wenig Wasser im System ist, und wenn alsdann Luft durch den Rücklauf des Wassers bis in

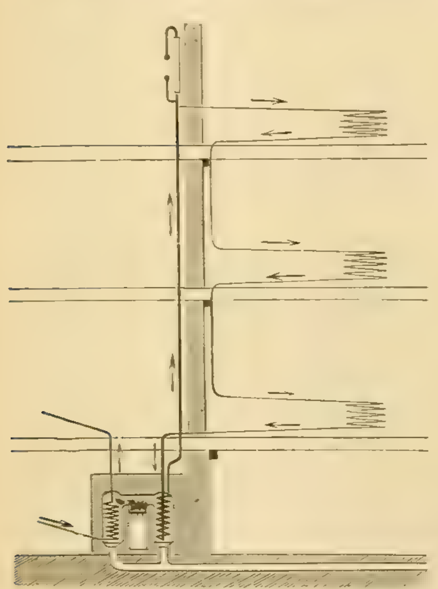


Fig. 58.

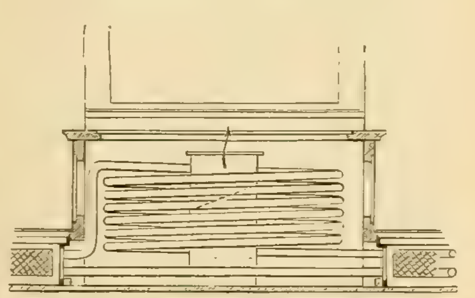


Fig. 59.

die Ofenspirale mitgerissen wird. Es kann dann leicht ein Erglühen des Eisenrohres an der Stelle, wo sich die Luft festgesetzt hat, eintreten, wodurch bei nachheriger Berührung mit dem Wasser eine erheblich höhere Spannung im letzteren entsteht, welcher die Wandungsstärke nicht mehr gewachsen ist. Ein zeitweiliges Nachfüllen im Expansionsgefäß ist deshalb sehr nothwendig, da trotz des verschlossenen Rohrsystems ein Verdunsten doch nicht zu vermeiden ist.

Eine Luftzuführung zum Zwecke einer Ventilation lässt sich mit der Heißwasserheizung ebenfalls combinieren. Man bringt innerhalb der Zimmerspiralen ein rundes oder ovales Blechrohr an, das man mit einer Drosselklappe versieht und mit der Außenluft in Verbindung setzt. Die frische Luft wird dann durch die Heizspirale erwärmt und tritt so ins Zimmer (Fig. 59).

Der Wärmeverlust des Hauses.

Der Wärmeverlust eines beheizten Hauses erfolgt der Hauptsache nach auf zwei Wegen:

1. Durch (Wärme-) Transmission, d. h. durch Hindurchtritt von Wärme durch das Baumaterial, die Fenster, Thüren u. s. w.

2. Durch Ventilation, indem warme Luft durch die Poren und Spalten, welche überall sich finden, durchgelassen wird und kalte Luft nachdringt.

Beide Wege sind der Rechnung zugänglich. Die Transmissionswerte sind festgestellt für 1 □ *m* Fläche, 1 Stunde Zeit und 1° Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenluft und abhängig von der Dicke des Materials. Zur Orientierung mögen folgende Werte mitgetheilt werden:

für einfache Fenster beträgt der Wärmeverlust .	3·5 Cal.
„ Doppelfenster	2·0 „
„ Thüren	3·0 „
„ Fußboden	0·5 „
„ Decke	0·7 „

Für Mauern verschiedener Dicke hat man: bei 0° Temperaturunterschied der Innen und Außenluft:

	bei 0·15 *m*	bei 0·60 *m*	bei 1·20 *m*
als Transmission . .	1·98 Cal.	0·81 Cal.	0·45 Cal.

Die an der Nordseite eines Hauses gelegenen Räume erfordern $^1/_{10}$ mehr zur Beheizung als aus obigen Zahlen sich berechnen würde. Bei sehr den Winden exponierter Lage der Gebäude wird gleichfalls der Wärmeverlust (bis zu $^1/_3$) höher zu veranschlagen sein.

Die Zahlen gelten für continuierlichen Betrieb der Heizung. Wird nur den Tag über geheizt, so wird viel Wärme in den Mauern aufgespeichert, ehe die normale Temperatur erreicht wird, und um diesen Betrag der Aufspeicherung muss die Wärmeerzeugung vermehrt werden. Diese Menge ist je nach der Dicke der Wandungen nicht unbeträchtlich (bis 10 Procent des Verbrauches).

Der Wärmeverlust durch Ventilation ist einer gesonderten Berechnung zu unterziehen und unterliegt sehr mannigfachem Wechsel, wie in dem nächsten Capitel auseinandergesetzt wird.

Drittes Capitel.

Ventilation.

Ursachen der Luftverderbnis in den Wohnräumen.

a) Durch den Aufenthalt von Menschen.

Während die Atmosphäre nahezu über den ganzen Erdball hin sich in ihrer Zusammensetzung gleich erhält und selbst die gewaltigsten gasförmigen Beimengungen, wie sie durch vulcanische Ausbrüche erzeugt werden, oder jene geringeren, welche durch unsere Industriestädte her-

vorgerufen werden, fast spurlos verschwinden, sieht man in den Wohnräumen, welche der freien Einwirkung der Winde und somit der Luftmischung entzogen sind, tagtäglich die gesundheitsschädlichsten Veränderungen der Luft sich ausbilden.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass ein beständiger Aufenthalt in schlecht gelüfteten, überfüllten Räumen Blässe und Schlaffheit der Haut, Störungen der Darmthätigkeit, Beeinträchtigung der Ernährung und der natürlichen Widerstandskraft zur Folge hat.

Man bezeichnet die Zimmerluft schon längst als schlecht verdorben und für den menschlichen Aufenthalt für ungeeignet, ehe noch die Verminderung des Sauerstoffgehaltes irgendwie eine erhebliche geworden ist, oder die Vermehrung des Kohlensäuregehaltes jenes Maß erreicht hat, das die Abgabe von Kohlensäure bei der Athmung hindert oder ehe der Wasserdampfzuwachs eine Störung der Wärmeökonomie befürchten lässt.

Die Luft in Räumen, welche dem Menschen einige Zeit zum Aufenthalt gedient haben, verräth durch den ihr anhaftenden eigenthümlichen und widerlichen Geruch, dass sie einen Theil ihrer normalen Eigenschaften verloren hat. Sie wirkt, je nach der persönlichen Empfindlichkeit in verschiedenem Grade, ekelerregend. Instinctiv sucht man einen solchen Raum zu verlassen.

Wir wissen zwar heute noch nicht genau, welcher Art diese riechenden Stoffe sind, welche so mächtig einwirken, wenn schon sie wohl der Athmung und Hautausdünstung im weitesten Sinne entstammen, und bei unreinlicher Haut wie Kleidung, bei gewissen Krankheiten, bei kräftiger Transspiration, mit Alter und Geschlecht so sehr verschieden sind. Wir wissen nicht, ob nicht neben den riechenden noch andere sich finden, die dem Geruchsorgane entgehen; ob sie uns schädigen, indem wir sie athmen, oder dadurch, dass bei ihrer Anwesenheit in der Luft etwa die weitere Abgabe von der Haut gehemmt ist (Pettenkofer).

Doch wissen wir aus Thierversuchen, dass bei diesen wohl ähnliche Verhältnisse bestehen dürften wie bei den Menschen. Man gibt an, dass Thiere, welche man im geschlossenen Raume unter stetiger Wegnahme der Kohlensäure und Ersatz des geathmeten Sauerstoffs beobachtet, schließlich zu Grunde gehen (Seegen und Nowak).

Das sind nun freilich sehr exceptionelle Fälle, denn in den Nowak'schen Versuchen kam die Schädlichkeit nur zu Stande unter fortwährendem Ersatz des verzehrten Sauerstoffs; unter anderen Verhältnissen würde der allmählich mangelnde Sauerstoff oder die sich anhäufende Kohlensäure die Thiere viel eher getödtet haben, als die anzunehmenden schädlichen Dämpfe ihre Wirkung hätten äußern können. Hermanns hat Menschen in einem sehr engen Raume sich aufhalten lassen, vermochte dabei aber einen Nachweis von Verunreinigungen der Luft (außer Kohlensäure) nicht zu erbringen, doch sind die Methoden seines Nachweises nicht ausreichend hierzu gewesen. Um der Luft einen bemerkbaren Geruch zu verleihen, dazu reichen die minimalsten Quantitäten von Stoffen, welche viel zu gering sind, als dass sie mittelst chemischer Methoden, die Hermanns anwandte, aufgefunden werden könnten. Arsonval und Brown-Sequard geben neuestens an, dass die Exspirationsluft von Thieren ein flüchtiges organisches Alkaloid aus der Reihe der Ptomaïne und Leukomaïne, ähnlich dem Neurin, Briegers, enthielte und schädigend auf die Gesundheit wirke. Ihre Angaben be-

dürfen aber noch dringend anderweitiger exacterer und einwandfreierer Nachprüfung.

Wir wissen nach dem Gesagten wohl bestimmt, dass in der verathmeten und durch den menschlichen Aufenthalt in ihren riechenden Stoffen veränderten Luft schädliche Substanzen vorkommen, wenn auch ihre Natur, Menge und Eigenschaften erst näher aufzuklären sind.

Doch muss es als irrthümlich bezeichnet werden, wenn man alle gesundheitlichen Nachtheile, wie sie durch das Wohnen in zu engen Räumen offenkundig entstehen und durch statistische Erhebung sich nachweisen lassen, gerade allein der Luftverschlechterung in oben genannten Sinne zuschreibt.

In engen Wohnräumen wohnen namentlich die ärmeren Bevölkerungsclassen, welche theils durch angeborene körperliche Mängel, theils durch ungenügende Ernährung, theils durch schwere Arbeit, Sorgen und Kummer auch ohne die Einflüsse schlechter Wohnungsverhältnisse nur allzureichlich zu Erkrankungen begünstigende Bedingungen bieten.

Man hat ferner außer den chemischen Veränderungen doch noch jene ins Auge zu fassen, welche hinsichtlich des Staubgehaltes der bewohnten Räume gegeben sind, und in engen Räumen wesentlich Erkrankungen begünstigen können.

Die Luft bewohnter Räume zeichnet sich in der Regel dadurch aus, dass sie reich an Staub und den in diesem enthaltenen Mikroorganismen zu sein pflegt; je enger besetzt die Wohnräume sind, um so intensiver wird der Contact der Menschen untereinander sein und um so leichter auch bei sonst gleichen Bedingungen die Übertragung von Krankheitskeime zu Stande kommen. Da die Staubmenge und damit die Zahl der Luftkeime so sehr von der Ruhe oder Bewegung der Luft abhängig ist, so wird in dicht belegten Zimmern wegen des Hinzutragens von Staub mit der Kleidung und den Schuhen der Bewohner und wegen der steten Bewegung und Schwierigkeit der Reinhaltung des Wohnraumes die Keimzahl eine bedeutende, die Wahrscheinlichkeit der Anwesenheit pathogener Keime eine große und die Möglichkeit zur Verschleppung eine sehr günstige sein.

Die Staubgefahren können zum wesentlichen Theil durch strenge Erfüllung der Reinlichkeitsregeln vermindert werden, welche um so nothwendiger erscheinen, als bei dem Wechsel und Austausch gasförmiger Verunreinigungen durch die Wandungen hindurch, eine Verminderung des Staubgehaltes nicht eintreten kann. Im Übrigen wird aber auch durch die nachher zu besprechenden Maßnahmen zur Erhaltung einer normalen Zusammensetzung der Luft bewohnter Räume, auch die Gefährdung durch Staub und die darin enthaltenen Organismen auf ein geringeres Maß herabgesetzt.

b) Durch Beleuchtungsmaterial.

In einer ähnlichen Weise, wie durch die Menschen, wird die Luft in unseren Wohnräumen durch jene Beleuchtungseinrichtungen verschlechtert, welche aus Verbrennungsprocessen von Ölen, Stearinsäure, brennbaren Gasen u. s. w. Licht erzeugen; die Verbrennungsproducte, welche im nächsten Capitel noch eingehender besprochen werden, sind sehr mannigfacher Art. Neben Kohlensäure und Wasserdämpfen

treten unverbrannte Dämpfe und Gase der Leuchtstoffe, Säuren Schwefelsäure, Salpetersäure, salpeterige Säure, Untersalpetersäure auf. Diese störenden Nebenproducte werden oft in großer Menge erzeugt und können, obschon nähere Versuche zur Zeit noch fehlen, sicherlich auf unser Wohlbefinden einwirken. Bei den angeblichen Nachtheilen durch Luftverschlechterung, wie sie durch Beleuchtung und Verbrennungsgase hervorgerufen werden, sind aber oft mancherlei andere Momente noch in Mitwirkung, wie die strahlende Wärme, die Erwärmung der Wohnräume, Wasserdampfsättigung der Luft.

Manche halten die salpetrige Säure für das schädlichste Product der Verbrennungsgase (Wurster) und beziehen darauf die Reizungen der Schleimhaut, wie sie namentlich in mit Gas erleuchteten Räumen beim Menschen vorzukommen pflegen.

c) Durch Gewerbe- und Haushaltsbetrieb.

Sehen wir von der in tief gelegenen Kellerwohnungen eintretenden Verunreinigung mit Bodenluft ab, so geben namentlich das Waschen und Kochen, welches die ärmere Bevölkerung in den Wohnräumen vornimmt, Veranlassung zur Verschlechterung der Stubenluft, und Übersättigung mit Wasserdampf. Auch der Tabakrauch wird nicht selten zu einer ausgiebigen Quelle der Luftverunreinigung. Wegen der mannigfachen schädlichen Stoffe, die er enthält, bedarf es an Orten, welche eine Ansammlung von Rauch aufzuweisen pflegen, wie Versammlungslocale, Kneipen u. s. w. einer sehr umfassenden Lufterneuerung.

Der Gewerbebetrieb kann in so mannigfaltiger Weise zu Klagen über Verschlechterung der Luft in den Arbeitsräumen Veranlassung bieten, dass eine getrennte Besprechung dieser Verhältnisse im Kapitel „Gewerbehygiene“ nothwendig wird.

Allen diesen gasförmigen und dampfförmigen Verunreinigungen der Wohnungsluft und den dadurch herbeigeführten gesundheitlichen Nachtheilen hat man zu begegnen, indem wir den Ersatz der schlecht und unbrauchbar gewordenen Luft in unseren Wohnräumen durch gute und frische Luft aus dem Freien herbeiführen, wobei freilich in den Einzelfällen höchst verschiedene Mittel in Anwendung kommen müssen. Für den Vorgang der Lufterneuerung ist der Ausdruck „Ventilation“ üblich geworden. Doch sollte man stets des Umstandes eingedenk sein, dass nichts so sehr die Zwecke der Ventilation zu fördern im Stande ist, als die Reinlichkeit der Räume und des Leibes wie der Kleidung. Keine irgendwie vermeidbare Luftverunreinigung sollte vorgenommen werden, und wo dieselbe nicht zu umgehen ist, möge sie soweit als thunlich eingeschränkt werden.

Aufgabe der Lufterneuerung zur Kühlung der Räume.

In heißen Klimaten wird namentlich an Tagen mit hohem Feuchtigkeitsgehalt der Aufenthalt in bewohnten Räumen wegen der dort herrschenden Windstille oft unerträglich, während die Luftbewegung eine wesentliche Erleichterung verschafft. Die Ventilation genügt hier somit einer anderen Aufgabe, indem sie in den Dienst der Wärmeökonomie tritt.

Jedoch auch in unseren Klimaten finden sich während der Sommermonate Zeiten, während welcher der Ventilation eine solche wärmeregulierende Aufgabe zukommt. Doch wird die Dauer der nothwendigen Kühlungszeit vielfach überschätzt. Wenn man bei Temperaturen über 24° C. die Abkühlung für nothwendig hält, so finden wir nur im Juni, Juli und August circa 40 Tage, an welchen für einige Stunden des Tages Bedarf nach Kühlung vorliegt; am meisten ist sie während des Juli nothwendig für etwa 15 Stunden im Tage (Deny). Leichte Bekleidung und ausgiebige Ventilation mit Luft, welche beschatteten Stellen entnommen ist, wird den Übelständen steuern können.

Ungleich schwieriger liegen aber die Verhältnisse, wenn während der Abendstunden eine reichliche Beleuchtung die Hitze steigert und zugleich die zunehmende Wasserdampfsättigung der Luft die Wärmeabgabe hindert. Die Ventilation wird hier zum dringenden, bisweilen schwer zu befriedigenden Bedürfnisse.

Sie hat auch nach dieser Richtung hin ihrer Aufgabe gerecht zu werden; vielfach müssen besondere Einrichtungen zur Kühlung der Luft, wie wir sie schon Seite 81 mitgetheilt haben, getroffen werden.

Die erste und die wichtigste der uns beschäftigenden Fragen ist jene, nach welchem Maße das Ventilationsbedürfnis zu bemessen sei, welches aus der Luftverderbnis abzuleiten ist. Wir werden dabei zunächst aber nur jene ins Auge fassen, welche durch die Verathmung und Beleuchtung entsteht.

Das Maß der Luftverderbnis.

Weil die eigentlich schädigend wirkenden Agentien einer durch Menschen verunreinigten Luft der exacten Bestimmung sich entziehen, besitzen wir auch keinen directen Maßstab zur Beurtheilung der Qualität einer Luft in bewohnten Räumen. Wir müssen uns daher indirecter Anhaltspunkte bedienen.

Pettenkofer hat die Kohlensäure als Maßstab für den Grad der Luftverunreinigung gewählt; die von ihm gleichfalls herrührende exacte Methode der Bestimmung der Luftkohlensäure ist Seite 31 angegeben worden. Da der Kohlensäuregehalt der Luft im Freien nur innerhalb sehr enger Grenzen schwankt, so hat man allerorts zur Beurtheilung der Luft in den Wohnungen einen Grundwert, mit welchem wir den Kohlensäuregehalt der Wohnungsluft vergleichen.

Wir bestimmen aber die Kohlensäure der Wohnungsluft, wie nochmals hervorgehoben wird, nicht deshalb, weil wir glauben, dass sie das eigentlich Schädliche einer verathmeten Luft ist, obschon sie es in Ausnahmsfällen werden kann, sondern weil sie leicht bestimmbar ist und wir annehmen, dass sie mit den belästigenden Verunreinigungen sich in gleichem Verhältnisse anhäufe.

Diese letzte Annahme ist jedoch nur sehr genähert zulässig; denn die Kohlensäureausscheidung ist kein Maß für die Athmung und steht in keinerlei Zusammenhang mit der Hautthätigkeit, die bei gleicher Kohlensäureausscheidung eine ganz wechselnde sein kann. Beim Bekleideten nimmt von 16° C. ab mit höherer Temperatur die Kohlensäureausscheidung nicht mehr ab, die Schweißsecretion aber mehr und mehr zu. Bei gleicher Kohlensäureausscheidung verpestet ein Mensch mit

unreinlichen Kleidern und unreinlicher Haut die Wohnungsluft um eben soviel, wie mehrere reinliche Personen zusammengenommen.

Man könnte daher zu der Anschauung gedrängt werden, etwa an Stelle des Kohlensäuremaßstabes ein anderes Vergleichsobject zu wählen, z. B. die Wasserdampfanhäufung in der Luft; es empfiehlt sich aber aus mancherlei praktischen Gründen dies nicht, sondern die Beibehaltung der Kohlensäurebestimmung erscheint noch immer die einfachste und verwendbarste Methode.

Man hat sich auch daran gewöhnt, für die durch Beleuchtungsmaterialien hervorgerufene Luftverunreinigung den Kohlensäuremaßstab zu wählen; manche nehmen aber an, der Kohlensäuregehalt in durch Beleuchtung verunreinigter Luft dürfte höher kommen als jener durch den menschlichen Aufenthalt erhaltene Grenzwert der CO_2 beträgt. Versuche in dem Laboratorium des Verfassers ergaben, dass man jedenfalls bei Leuchtgas schon sehr niedrige Grade der Verunreinigung mit Kohlensäure (nach dem Kohlensäuregehalt der Luft beurtheilt) empfindet, und zwar stört in erster Linie die Untersalpetersäure. Die Grenze einer acuten Schädigung dagegen scheint sehr hoch zu liegen.

Im Allgemeinen wird, wenn man möglichst reine Luft anstrebt, eine sehr wesentliche Abweichung von dem nach Pettenkofer angenommenen Grenzwert für die durch den menschlichen Aufenthalt verdorbene Luft nicht als begründet erachtet werden können.

Ventilationsbedarf.

Die tägliche Erfahrung lehrt, dass es unmöglich ist, in bewohnten Räumen die gleiche Reinheit der Luft zu erzielen wie im Freien, und dementsprechend hat sich der Mensch gewöhnt, in seiner Wohnung eine Luft noch als rein zu bezeichnen, welche es im Vergleich zur Luft im Freien nicht mehr ist. Um die zulässige Menge von Kohlensäure oder den Grenzwert festzustellen, hat Pettenkofer durch mehrere Versuche ermittelt, bei welchem Kohlensäuregehalt verschiedene Personen einen unangenehmen Geruch der Luft wahrnehmen oder Unbehagen empfinden, und es zeigte sich, dass jede Luft als schlecht und für einen beständigen Aufenthalt als untauglich zu erklären sei, welche durch die Anwesenheit der Bewohner auf mehr als 1·0 pro mille Kohlensäure gebracht ist und dass eine gute Zimmerluft, in welcher der Mensch sich auf längere Zeit behaglich und wohl befindet, keinen höheren Gehalt als 0·7 pro mille hat. Ähnliche Angaben hat auch de Chaumont gemacht.

Denken wir uns den Fall, es würde eine Person in einem vollkommen dicht schließenden, ursprünglich mit frischer atmosphärischer Luft gefüllten Raume, der 40 m^3 fasst, eine Stunde lang verweilen, so sind, da jeder Kubikmeter atmosphärischer Luft 0·5 l Kohlensäure enthält, bei Beginn der Stunde 20 l Kohlensäure in dem Raum von 40 m^3 vorhanden. Da aber ein Erwachsener in einer Stunde circa 22·6 l Kohlensäure ausathmet, so sind zu Ende der Stunde in dem Raume 42·6 l Kohlensäure vorhanden = 1·065 pro mille.

Der Grenzwert von 0·7 pro mille für eine gute Luft ist also bereits überschritten und wir sehen, dass in einem hermetisch verschlos-

senen Raume von bedeutender Größe schon nach einer Stunde eine hochgradige Luftverderbnis eintreten müsste.

Unter natürlichen Verhältnissen tritt sie in der Regel aber doch nicht ein, oder erreicht wenigstens nicht die oben angegebene Größe, weil ja in einem Zimmer viele Ritzen und Fugen für den Eintritt frischer Luft sich befinden. Jedoch muss man sich darüber klar werden, in welchem Maße die frische Luft in unsere Aufenthaltsräume einströmen muss, um eine gesundheitsnachtheilige Luftverderbnis hinanzuhalten.

Man bezeichnet die zur Erhaltung gesunder Luft nothwendige Luftmenge als Ventilationsbedarf; letzterer lässt sich nun leicht durch Rechnung feststellen.

Da die frische Luft im Durchschnitt nie mehr als 0·5 pro mille an Kohlensäure enthält, oder jeder Liter 0·5 cm^3, so kann jeder Liter der frischen Luft mindestens 0·2 cm^3 Kohlensäure aufnehmen, wenn die Luft innerhalb des Grenzwertes für gute Luft (0·7 pro mille an Kohlensäure bleiben soll. Wir athmen aber in der Stunde 22·6 l Kohlensäure aus oder 113.000mal 0·2 cm^3 Kohlensäure, folglich brauchen wir 113.000 l = 113 m^3 frischer Luft in einer Stunde und für eine Person, um in unseren Wohnräumen stets gute Luft zu haben.

Man kann demnach den Ventilationsbedarf aus der Formel $y = \frac{K}{p-q}$ berechnen, wobei y den Ventilationsbedarf in Cubikmetern, K die per Stunde von einem Menschen ausgeathmete Kohlensäure in Cubikmetern, p der Grenzwert und q der Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft ist.

Bekanntlich gehen die Anforderungen an die Reinheit der Luft bei verschiedenen Menschen weit auseinander. Leute, die sehr empfindlich sind, riechen schon eine Luft und fühlen sich in derselben unbehaglich, wenn sie 0·75 pro mille an Kohlensäure enthält. Andere dagegen vertragen noch eine Luft mit 0·95 pro mille Kohlensäure. Der Grenzwert (p) variiert demnach in jedem einzelnen Fall. Keineswegs soll er, wenn ein Raum zu länger dauerndem Aufenthalt für den Menschen bestimmt ist, höher als 1.0 pro mille angenommen werden. Je nachdem nun dieser Grenzwert bald höher (1·0 pro mille oder 0·9), bald niedriger (0·8 oder 0·7) angenommen wird, ändert sich der Ventilationsbedarf bei sonst gleichbleibenden übrigen Verhältnissen.

Das stündliche Ventilationserfordernis beträgt demnach per Kopf bei einem zulässigen Kohlensäuregehalt des Respirationsluft von

0·6	pro mille Kohlensäure	226 m^3
0·7	„ „ „	113 m^3
0·8	„ „ „	75 m^3
0·9	„ „ „	55 m^3
1·0	„ „ „	45 m^3

Bei diesen Berechnungen sind die zahlreichen übrigen Quellen der Luftverschlechterung, namentlich jene durch Heizung und Beleuchtung, noch gar nicht in Betracht gezogen.

Im praktischen Leben müssen verschiedener, mehr oder minder zwingender Verhältnisse wegen die Anforderungen an die Größe der Luftzufuhr sehr oft bis auf das Minimum reduciert werden.

Morin gibt als Ventilationsquantum folgende Daten:

	Pro Kopf und Stunde
Krankenhäuser für gewöhnliche Kranke	60—70 Cbm
„ „ Verwundete und Wöchnerinnen	100 „
„ bei Epidemien	150 „
Gefängnisse	50 „
Werkstätten { gewöhnlicher Art	60 „
Werkstätten { mit besonderen Quellen der Luftverderbnis	100 „
Kasernen { bei Tag	30 „
Kasernen { „ Nacht	40—50 „
Theater	40—50 „
Versammlungsräume { bei längerem Aufenthalt	60 „
Versammlungsräume { „ kürzerem „	30 „
Volksschulen	12—15 „
Schulen für Erwachsene	25—30 „
Ställe verschiedener Art	180—200 „

Diese Zahlen sind sicher eher zu klein, als zu reichlich genommen. Freilich scheint das Ventilationsquantum, wenn man berücksichtigt, dass man hiervon nur etwa 0·5 Procent als Athemluft verbraucht, groß. Allein wir trennen eben Einathem- und Ausathemluft nicht, sondern wir sind gezwungen, aus demselben Luftreservoir, in welches wir geathmet haben, aufs neue Luft zu Athemzwecken zu entnehmen. Dazu bedarf es aber wieder einer starken Verdünnung der Ausathemluft.

Wie gering ist aber andererseits das Ventilationsquantum mit Hinsicht auf jenen Reichthum frischer Luft, den der Aufenthalt im Freien selbst bei anscheinender Windstille gewährt.

Gehen wir von dem Vergleiche der Bewegung der Luft im Freien und in Wohnräumen aus und legen als Wohnraum eine Stube von rund 60 m^3 Inhalt zu Grunde. Dieser Raum werde in einer Richtung von der Luft durchzogen und die Länge sei 4 *m*, so wird die Luft, weil in einer Stunde dreimal unter normalen Verhältnissen dieselbe erneuert wird, 12 *m* Weg zurücklegen, in einer Minute demnach nur 0·2 *m* und in der Secunde nur 0·003 *m*, d. h. 3 *mm*, eine minimale Geschwindigkeit, wenn man erwägt, dass eine anscheinend windstille Luft im Freien noch immer 0·5 bis 0·6 *m* (500 bis 600 *mm*) für die Secunde an Geschwindigkeit besitzt, also fast zweihundertmal so viel.

Zur Beurtheilung des Grades der Luftverunreinigung durch verschiedene Ursachen kann nachfolgende Tabelle dienen.

	Stündliche Kohlensäureentwickelung in Litern	Wärme in Cal.	Wasserdampf in *gr* pro Stunde
Knabe	10·0	52	20
Jüngling	17·0	90	40
Mann, ruhend	20·0	130	60
„ arbeitend	36·0	255	130
Kerze	15	106	10—12
Petroleumlampe	56—61	430—580	35—40
Oellampe	31—56	200—390	26—40
Gaslicht: Flachbrenner	90	600—875	130
„ Argand	109	800—900	157

Der Luftcubus.

Man könnte meinen, dass der kleinste Raum für den Aufenthalt des Menschen genüge, wenn er nur ausreichend ventiliert wird. In der That besteht ein derartiges Verhältnis in Eisenbahncoupés, welche bei Vollbesetzung 1 bis 0·5 m^3. Raum für eine Person bieten, im Uebrigen aber durch verschiedenartige Einrichtungen für einen ergiebigen Luftwechsel sorgen. Um dem Menschen aber eine behagliche Existenz zu gewähren, muss man doch mancherlei Umstände mit in Erwägung ziehen; man darf nicht übersehen, dass der Aufenthalt in den Wohnungen zu mittlerer Bewegung Raum gewähren muss, wenn nicht ein lästiges Gefühl der Beengung entstehen soll. Ferner bieten sehr kleine Räume nie so reichlich Flächen und genügend Spalträume, um das Zustandekommen einer natürlichen Ventilation gewähr zu leisten. Endlich soll der Ein- und Abstrom der Luft — die Ventilation — ohne die Empfindung des Zuges entstehen; alle diese Aufgaben sind nur möglich, wenn für jeden einzelnen Menschen eine gewisse Größe des Luftraumes geboten wird und man nennt jenen kleinsten Luftraum, welcher für eine Person nothwendig ist, den **Luftcubus**.

In der Regel beträgt derselbe 1/3 des Ventilationsquantums; nur in Ausnahmefällen bemisst man aber den Raum reichlicher, zur Hälfte des Ventilationsquantums so z. B. bisweilen in Krankenhäusern.

Verlangt man im Wohnraume für eine Person und Stunde 60 m^3 Luft, so wird man in einem Zimmer, das 100 m^3 Inhalt hat, höchstens fünf Personen unterbringen können. Auf je eine Person entfällt dann ein Raum von 20 m^3, der, dreimal mit Luft erneuert, das Ventilationsquantum von 60 m^3 liefert. Bei der Ermittlung des Luftraumes eines Locales sind Möbel, Oefen u. s. w. in Abzug zu bringen.

Natürliche Ventilation.

Die Luft unserer Wohnräume erfährt durch überall gegebene Ursachen eine mehr oder minder lebhafte Luftreinigung — die natürliche Ventilation. Sie ist keineswegs unbedeutend; als Pettenkoffer den Luftwechsel eines kleinen Zimmers von 75 m^3 Inhalt bestimmte, fand er in einer Stunde bei 20° Temperaturdifferenz zwischen Stubenluft und Luft im Freien 75 m^3 frische Luft eintreten, indes die gleiche Menge verdorbener Luft den Raum verließ.

Die Ursache dieses Luftwechsels kann nicht etwa in einem Diffusionsvorgang zwischen der kohlensäurereichen Stubenluft und der kohlensäurearmen Atmosphäre gesucht werden, sondern sie ist vielmehr die Folge einer bestehenden Druckdifferenz zwischen Stubenluft und atmosphärischer Luft, welche in zweierlei Weise eintreten kann.

1. Entweder durch den Druck der Windströmungen der Atmosphäre auf die Wandungen eines Hauses, oder

2. durch Temperaturunterschiede zwischen Stuben- und Außenluft.

Luftdurchgängigkeit des Baumaterials.

In erster Linie wäre nun zu beweisen, dass Luft unter bestimmten Drucke die Baumaterialien und Wandungen eines Hauses durchdringt. Jedenfalls lässt sich leicht auch nach Verschluss aller sichtbaren Fugen und Spalträume eines Wohnraumes eine „natürliche Ventilation" noch beobachten. Pettenkofer hat zu diesem Behufe alle Ritzen und Fugen (Schlüssellöcher, Spalten an den Thüren, Fenstern u. s. w.) eines Zimmers mit für Luft undurchgängigem Papier verklebt und trotzdem die Ventilation nur um 28 Procent sinken sehen, nahezu drei Viertel der früheren Wirkung blieben erhalten.

Man kann aber auch directer das Hindurchtreten von Luft durch Mauerwerk darlegen. Ein Würfel von Eisenblech, der an zwei Seiten Ansatzröhren *a*, *b* besitzt, wird ausgemauert (*c*), so dass keine Luft von *a* nach *b* direct gelangen kann, sondern den Weg durch *c* hindurch nehmen muss.

Fig. 60.

Fig. 61.

Verbindet man *b* mit einem Schlauch und bläst hinein, so entweicht bei *a* die Luft mit ausreichender Geschwindigkeit, um ein Licht zum Erlöschen zu bringen (Fig. 60). Das Baumaterial besitzt also in lufttrockenem Zustande Porenräume, welche den Luftdurchtritt gestatten.

Will man genauere messende Versuche über die Durchgängigkeit der Baumaterialien für Luft anstellen, so kann man sich des Verfahrens von Lang bedienen.

In dem Gasometer *G* (Fig. 61) wird die durch den Hahn h_1 eingesogene Luft comprimiert, wobei der Druck durch aufgelegte Gewichte reguliert werden kann; die mit einem Hahn *h* versehene, für den Ausfluss der Luft bestimmte Röhre wird durch einen Kautschukschlauch mit der Gasuhr *g* in Verbindung gebracht. Von da aus wird die Luft durch den Schwefelsäurekolben *s* behufs der Trocknung geleitet und gelangt hierauf durch den mit Röhrenansatz versehenen Metalltrichter *t* zum Manometer *M*, an dem der Druck abgelesen wird, und zu dem Versuchsmateriale *m*. Dieses muss an den seitlichen Flächen mit einer luftdichten Schicht (aus Rohwachs und Stearin) überzogen sein, wird mit einer seiner beiden freien Flächen an den Metalltrichter angesetzt und dann am Rande mit der luftdichten Schicht zusammengekittet.

Nachdem durch den Hahn h_1 der Gasometer gefüllt ist, öffnet man unter Beobachtung der Zeit des Beginnens des Versuches den Hahn h, wodurch die comprimierte Luft durch die Gasuhr in den Schwefelsäurekolben zu dem Beobachtungsmateriale und zum Manometer gelangt.

Es ergab sich, dass die unter Druck durch Baumaterial fließende Gasmenge nahezu dem Drucke proportional ist und umgekehrt proportional der Dicke.

Doch sind die einzelnen Materialien in ihrer Permeabilität durchaus verschieden, so dass Mörtelstücke, aus demselben Mörtelbrei gefertigt, verschiedene Permeabilität hatten, je nachdem die Proben gleich nach dem Anrühren des Breies oder einige Zeit später gemacht waren. Der französische Sandstein ließ den vierzigfachen Betrag von Luft durch wie ein dichter Solinger Sandstein. Am durchgängigsten ist der gewöhnliche Luftmörtel und manche Sorten von Schlackenstein, dann folgen Ziegel, während Bruchstein und gegossener Gyps nur wenig und glasierte Klinker gar nichts durchlassen. Dadurch aber, das Bruchsteinmauern zu einem großen Theil aus Mörtel bestehen, kommt ihre Durchgängigkeit derjenigen der Ziegelsteinmauern nahe.

Je feuchter eine Wand ist, desto weniger durchlässig ist dieselbe; denn die Poren werden durch Wasser verstopft. Ferner ist die Bekleidung und der Anstrich von wesentlichem Einfluss. Ein Anfärben mit Kalkfarbe ist am wenigsten hinderlich, ein einmaliger Ölfarbenanstrich bedeutend und ein zweimaliger oder ein Wasserglasanstrich machen die Permeabilität ganz und gar zu Null. Leimfarbe behindert die Durch, lässigkeit einer Wand umsomehr, je stärker der verwendete Leim war. und Tapetenbekleidung reduciert die Permeabilität circa auf die Hälfte-

Unter einem Druck von 108 *mm* Wasser giengen durch 1 m^2 Fläche in einer Stunde folgende Luftmengen hindurch:

bei Luftmörtel	3264 *l*
„ Gyps	146 *l*
„ Backstein.	312 bis 1398 *l*
„ Sandstein.	426 bis 468 *l* u. s. w.

Winddruck und Temperaturdifferenzen.

Nun erübrigt noch die Größe der Druckdifferenzen, welche bei der natürlichen Ventilation thätig werden, ins Auge zu fassen.

Über den Winddruck und dessen Größe sind bereits auf Seite 54 Mittheilungen gemacht:

Ein mäßiger	Wind übt einen Druck aus von	7·8 *kg*	(oder *mm* Wasserdruck)	pro m^2
„ ziemlich starker	„ „ „ „ „ „	27·4 *kg*	„ *mm* „	„ m^2
„ starker	„ „ „ „ „ „	76·0 *kg*	„ *mm* „	„ m^2
„ Orkan	„ „ „ „ „ „	195·0 *kg*	„ *mm* „	„ m^2

Man kann sonach nicht bezweifeln, dass unter dem Einfluss der Windströmungen durch die Wandungen der Wohnräume Luft hindurchgepresst wird.

Wie verhält es sich aber mit dem Drucke, der durch Temperaturdifferenzen zwischen Stuben- und Außenluft hervorgerufen wird? Wenn in der Atmosphäre eine Luftsäule von höherer Temperatur, als jene der Umgebung ist, sich befindet, so wird diese Säule warmer Luft, weil sie ein geringeres specifisches Gewicht als die Umgebungsluft

besitzt, gerade so nach aufwärts gedrückt werden, wie ein Stück Holz, in Wasser untergetaucht, wieder an die Oberfläche strebt.

Ist die warme Luft etwa in einen Würfel eingeschlossen, so wird dieselbe, da von der unteren Seite des Würfels die umgebende schwere Luft einen Druck ausübt, und dieser Druck sich gleichheitlich innerhalb des Würfels verbreitet, an der oberen Fläche des Würfels sogar im Übergewichte über die äußere Luft sein.

Wenn wir an dieser oberen Wandung des Würfels dann eine Öffnung machen, so wird aus dieser die wärmere Luft entweichen, indes an der Bodenfläche des Würfels kalte Luft eindringt. An den zunächst der Deckfläche und Bodenfläche benachbarten Seitenwandungen wird es ebenso sein; aus den Öffnungen der Seitenwand, welche der Deckfläche des Würfels nahe liegen, strömt Luft nach außen, und in gleichem Maße durch die der Bodenfläche benachbarten Seitenöffnungen nach innen.

In Fig. 62 sei *A*, *B* die warme und kalte Luft trennende Fläche; *Ac* stellt den Druck dar, mit welchem bei *A* die warme Luft nach außen entweicht, *Bc* den Druck, mit welchem kalte Luft einströmt. Von *A* nach *B* verfolgt, muss demnach ein Wechsel in der Strömungsrichtung an einem bestimmten Punkte eintreten; der positive Druck bei *A* wird gegen *B* hin immer geringer, er wird dann sogar negativ, indem die Außenluft das Uebergewicht erlangt. An einem zwischen *A* und *B* gelegenen Punkte *O* wird demnach völlige Ruhe der Luft herrschen.

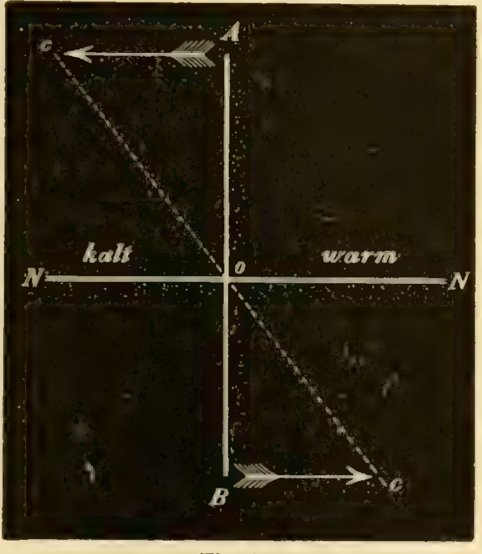


Fig. 62.

Da das Verhältnis an allen Seitenflächen des Würfels dasselbe ist, so wird sich von *O* aus eine Begrenzungsfläche *NN* durch den Würfel legen lassen, innerhalb deren warme wie kalte Luft im Gleichgewichte sind — neutrale Zone. Besteht der Würfel aus ganz gleichartigem Material, so wird die neutrale Zone gerade in halber Höhe liegen. Unterhalb derselben strömt — die Durchgängigkeit der Wandungen vorausgesetzt — kühle Luft in den Würfel ein und oberhalb derselben die warme Luft aus demselben aus.

Wenn nun der Druck der Luft auf die Wandungen eines Würfels, wie aus dem Vorhergesagten folgert, nicht an allen Stellen derselbe ist, so betheiligen sich die verschiedenen Begrenzungsflächen eines Würfels, wie Boden, Decke, Seitenwand, offenbar recht ungleich an dem Luftdurchtritt, d. h. der Ventilation. Durch Decke und Boden wird wesentlich mehr hindurchtreten, als durch die Seitenwandungen. Fig. 63 gibt uns ein sehr übersichtliches Bild dieser Verhältnisse. Die Länge

der Pfeile gibt die Stärke des Druckes an; *N N* entspricht der neu tralen Zone.

Sind die Wandungen eines Würfels von verschiedener Durchgangsfähigkeit für Luft, so wird die neutrale Zone nicht mehr in halber Höhe des Würfels liegen, sie wird nach oben rücken, wenn in den oberen Partien die Durchgängigkeit eine größere ist als unten, und umgekehrt. Die Nothwendigkeit dieser Erscheinung folgert aus der Thatsache, dass die Menge der oberhalb der neutralen Zone abströmenden Luft und der unterhalb derselben einströmenden Luft stets gleich sein müssen; wird z. B. durch das Anbringen einer Öffnung in der Decke hier der Durchtritt erleichtert, dann muss, um den Gleichgewichtszustand herzustellen, mehr kühle Luft einströmen, und dies geschieht, indem die neutrale Zone nach oben rückt und die Fläche der Wandungen für den Einstrom vergrößert wird.

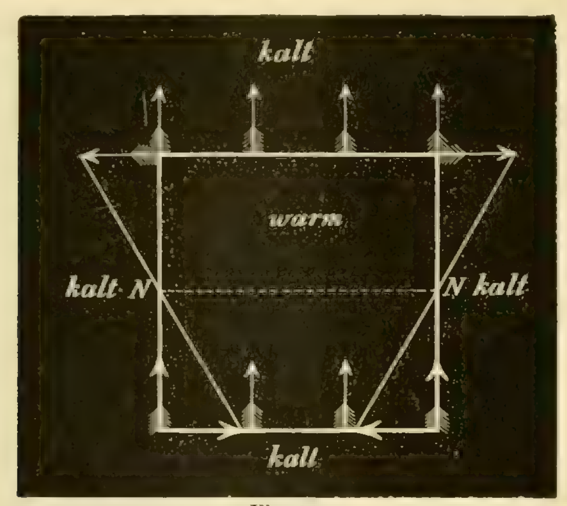


Fig. 63.

Nun handelt es sich weiters um die Bestimmung der Größe des bei der natürlichen Ventilation wirksamen Druckes. Derselbe ist leicht zu berechnen, wenn man das specifische Gewicht der Luft (bei der in Frage stehenden Temperatur) und die Höhe des Zimmers kennt.

Gesetzt, es sei im Freien die Temperatur 0, in der Stube + 20°, so wiegt:

1 m^3 trockener Luft von	0°	bei 760 *mm Hg*	Druck	1·293 *kg* und
1 m^3 „ „ „	20°	„ 760 *mm* „	„	1·204 *kg*
somit die kalte Luft mehr				+ 0·089 *kg*.

Wenn die Stube die Höhe von 3·5 *m* hat, so ist die Differenz von 3·5 m^3 3·5 × 0·089 = 0·311 *kg*, welcher Druck sich auf 1 m^2 Fläche vertheilt. Da aber 1 m^2 einer 1 *mm* hohen Wasserschichte gerade 1 *kg* wiegt, repräsentiert der Gewichtsunterschied kalter und warmer Luft in unserem Falle nur 0.311 *mm* Wasserdruck. Durch die neutrale Zone wird nun eine Theilung der Druckverhältnisse herbeigeführt, sonach bleib

oberhalb desselben 0·155 *mm* Wasserdruck für den Druck, mit welchem die warme Luft an der Deckfläche zu entweichen bestrebt ist, und unterhalb derselben 0·155 *mm* für den Druck der kalten Luft durch die Bodenfläche nach Innen.

An den Wandungen ist der Druck noch geringer, da er ja von der Decke oder dem Boden benachbarten Stellen bis zur neutralen Zone von 0·155 *mm* auf 0 *mm* absinkt; er ist im Mittel nur $\frac{0·155}{2} = 0·077$ *mm* Wasserdruck. Dieser Wert ist demnach sehr klein, kaum 1 Procent der Druckkraft eines mäßigen Windes.

Das Baumaterial zeigte sich in den Versuchen von Lang in einem beträchtlichen Grade für Luft durchgängig, aber die angewendeten Druckgrößen waren auch sehr erheblich; nach der eben gegebenen Entwicklung des Drucks durch Temperaturdifferenzen kann der Antheil, den namentlich die compacten Wandungen an der durch Temperaturdifferenzen hervorgerufenen Ventilation nehmen, nur ein minimaler sein, das Schwergewicht fällt auf die Durchgängigkeit von Decke und Boden, oder auf die überall sich findenden Spalträume (Recknagel).

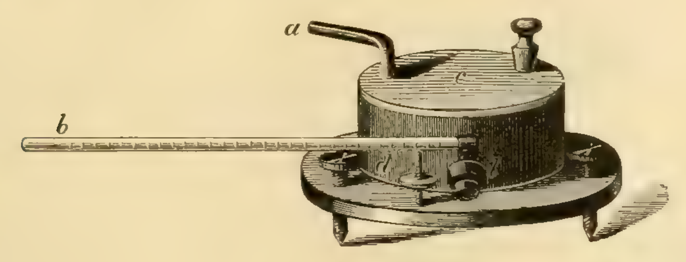


Fig. 64.

Das Differentialmanometer. Die geringen, bei der natürlichen Ventilation wirksamen Druckkräfte sind messbar. Man bedient sich dazu des Recknagel'schen Differentialmanometers (Fig. 64), welches aus einem metallenen Hohlcylinder von 10 *cm* Durchmesser, der seitlich eine in beliebiger Neigung (durch Drehen an der Schraube *d*) verstellbare graduierte Röhre *b* besitzt, besteht. Der weite Hohlcylinder einerseits und die enge Röhre *b* andererseits stellen die zwei Schenkel eines Manometers dar. Durch die Ungleichheit der Weite erreicht man den Vortheil, dass bei einer Druckablesung die Anzahl der Millimeter-Druckhöhe nicht doppelt gerechnet zu werden braucht, wie bei einem gleichschenkeligen Manometer*) und durch die Schiefstellung der Röhre *b*, dass die Feinheit der Ablesung fast beliebig gesteigert werden kann. Wäre *b* vertical gestellt und der Druck 1 *mm*, so erhält man bei 3 Procent Neigung von *b* bereits einen Ausschlag von 33·3 *mm*, bei 4 Procent einen solchen von 25 *mm* der geneigten Röhre *b*. An den Instrumenten befindet sich bei *e* in der Regel ein Kreisbogen, der die Neigung der Röhre annähernd ablesen lässt. Als Sperrflüssigkeit verwendet man am besten Petroleum, welches bei 12° etwa 0·807 specifisches Gewicht besitzt.

Um zu erfahren, wie vielen Millimetern verticalen Wasserdruckes, die um eine Anzahl von Millimetern vorgeschobene Petroleumsäule in *b* entspricht, wird, wie vor jedem Versuch, das Instrument vollkommen horizontal gestellt, indem man die Wasserwage auf den Deckel des Differentialmanometers setzt und an den Stellschrauben die nöthigen

*) Der minimale Fehler durch Sinken des Flüssigkeitsspiegels in *b* wird übrigens durch die Art der Aichung des Instrumentes vollkommen ausgeschlossen. Ähnliche Instrumente finden sich bereits bei Péclet, Traité de la chaleur T. I. p. 167 ausführlich beschrieben.

Correcturen vornimmt, dann liest man die Stellung des Petroleums in dem Schenkel *b* ab und gießt nun eine gewogene Menge (p in Gramm) von Petroleum in das weite Gefäß *c*. Diese Petroleummenge vertheilt sich gleichmäßig und wird, wenn q den in Quadratcentimeter ausgedrückten Querschnitt bezeichnet, $\frac{p}{q}$ *cm* hoch oder $\frac{10\,p}{q}$ Millimeter Wasserdruck entsprechend hoch stehen. Hat man nun abgelesen, um wie viele Millimeter der Petroleumfaden in *b* dabei ($= n$) vorgerückt wurde, so erfährt man den Wert von 1 *mm* in *b* zu

$$\frac{10\,p}{n\,q}.$$

Auch zur Messung der Geschwindigkeit von Luftströmungen kann man das Differentialmanometer verwenden. Hierzu dient der Hilfsapparat in Fig. 65. Ein rundes Metallplättchen von 4 *mm* Durchmesser *a* hat eine axiale Bohrung *c* von 1·5 *mm* 1·2 *mm* tief. Senkrecht zu dieser eine zweite Bohrung vom Rande der Scheibe bis zur Mitte. Ein feines Röhrchen an dem Stativ, durch eine Schraube beliebig zu verstellen, erweitert sich bei *b*, um als Schlauchansatz zu dienen. Das Plättchen wird in den zu messenden Luftstrom so eingeführt, dass die centrale Bohrung abgewendet ist. Wenn $g = 9{\cdot}81 =$ der Erdschwere, s das in Kilogrammen ausgedrückte Gewicht eines Kubikmeters der (ein-) strömenden Luft (von bestimmter Temperatur), w die Anzahl der verticalen Millimeter-Wasserdruck, so ist die Geschwindigkeit des Luftstroms O

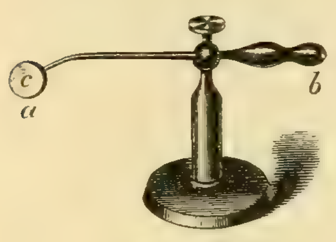


Fig. 65.

$$O = 2\sqrt{\frac{g\,w}{3\,s}}$$

Die Methode von Recknagel fand Verfasser u. A. durch viele vergleichende Versuche exact und zuverlässig.

Störungen der natürlichen Ventilation.

Nach dem oben Dargelegten werden bei der Wirkung der Windströmungen im Dienste der Ventilation namentlich die Wandungen als Durchgangspforten für die Luft in Frage kommen und die in diesen belegenen Spalträume; für die Ventilation durch Temperaturunterschiede aber vor Allem die Decke und der Boden. Wie sich nun in den einzelnen Fällen und zu verschiedenen Zeiten die natürliche Ventilation verhält, wird sehr wechselnd sein müssen. In den Wintermonaten pflegt die Ventilation durch Temperaturdifferenz meist eine lebhafte zu sein, sie sinkt aber im Frühjahre und Herbste sehr bedeutend und beträgt im Sommer oft nur ein Neuntel des mittleren Bedarfes, da in einer Stunde die Luft der Wohnräume kaum zu einem Drittel erneuert wird (Flügge). In Neubauten, wenn die Wände noch feucht, Thüren und Fenster gut schließen, die Bodendielen noch gequollen sind, sinkt die Lufterneuerung meist auf ein Minimum; die später zu beschreibende Methode der Bestimmung der Größe der Ventilation kann hier geradezu verwendet werden, um den Feuchtigkeitsgehalt der Wandungen zu controlieren. Auch das Tapezieren vermindert den Luftaustausch.

Die Größe der Ventilation ist dann weiter (ceteris paribus) in gesetzmäßiger Weise von dem Verhältnisse der Wandungsfläche zu dem Kubikinhalt des Hauses abhängig, d. h. von der Größe des Hauses. Je größer das Gebäude, um so geringer wird verhältnismäßig die Wandungsfläche und Deckenfläche, welche die Ventilation und den Einstrom

frischer Luft vermitteln. Denken wir uns zur Vereinfachung der Besprechung ein Haus als würfelartigen Raum. Enthält ein Würfel 1 m^3 Inhalt, so träfen auf diesem 6 m^2, als Ventilationsfläche, d. h. Wandung, Boden und Dachung (von denen wir ihre verschiedene Betheiligung an der Ventilation bei Seite lassen wollen. Ein kleines Familienhaus bietet aber bereits, für 1 m^3 Inhalt berechnet, nur mehr 0·68 m^2 Ventilationsfläche; demnach wenig mehr als ein Zehntel der Ventilationsfläche eines 1 m^3 fassenden Würfels, in einem Zinshaus von mäßiger Ausdehnung sinkt diese Ventilationsfläche für 1 m^3 Raum bereits auf 0,4 m^2 u. s. w. Die Massenbauten führen also sämmtlich zu einer Behemmung von Licht und Luft und sind mit Recht als unzweckmäßig mehr und mehr in den Städteanlagen verlassen.

Noch misslicher werden die Verhältnisse bei Beibehaltung des geschlossenen Bausystems, weil bei diesem wieder jedes Gebäude zwei seiner Flächen für die Ventilation verliert. Die aneinander gereihten Häuser können an ihren Berührungsstellen wohl Luft austauschen, aber nur gebrauchte, ungesunde Luft. Sie verlieren also rund ein Drittel ihrer Ventilation; in den oben angeführten Fällen würde, da ja die Form des Hauses nicht genau einem Würfel entspricht, die Ventilationsfläche für ein kleines Gebäude sich auf 0·45 m^2 und für das große auf 0·27 m^3 pro 1 m^3 Innenraum sich reducieren. Naturgemäß ist das geschlossene Bausystem auf große Gebäude angewendet in seiner Wirkung doppelt schlimm.

Als Hemmung der Ventilation ist jedwede Behinderung der Luftbewegung aufzufassen, wie sie z. B. in Städten bei stärkerer Bebauung eintritt. Die neuentstehenden Gebäude halten den Zutritt der Luft ab.

Häufig wirkt auch das Bestreben, mit Feuerungsmaterial möglichst zu sparen, ventilationswidrig, indem dann zu geringe Temperaturunterschiede zwischen Stuben- und Atmosphärenluft bestehen und es an Triebkraft zur Luftbewegung fehlt. Leider ist dies naturgemäß bei der ärmeren Bevölkerung der Fall, welche ohnedies unter der Überfüllung der Wohnräume gerade am meisten durch Luftverschlechterung zu leiden hat. Nach Flügge treffen bei den nicht gerade schlecht situierten Berliner Arbeitern nur 15·5 m^3 Luftcubus auf die einzelne Person und ähnliches ergibt sich für andere Städte.

Zur Verbesserung der Wohnungsluft besitzen wir mancherlei Hilfsmittel, die auf der Thätigkeit natürlicher, allseitig zur Verfügung stehender Kräfte beruhen, demnach auch noch zu den Mitteln der natürlichen Ventilation gehören.

Hilfsmittel der natürlichen Ventilation.

a) Ventilation einzelner Räume.

Die einfachste Methode zur Förderung der natürlichen Ventilation ist ein hinreichend lange dauerndes Öffnen der Fenster und Thüren und das Herstellen eines kräftigen Zuges. In weitaus der Mehrzahl der Fälle sind wir auf dieselbe angewiesen. Diese Ventilationsart bleibt aber nur solange wirksam, als eine für das Eintreiben von Luft in der Stube taugliche Luftbewegung anhält, oder solange beim Vorüberstreichen von Luft an den Fenstern eine ansaugende Wirkung

ausgeübt wird; endlich bei Windstille solange, als zwischen Stuben- und Atmosphärenluft zur Erzeugung von Luftströmungen ausreichende Temperaturdifferenzen bestehen.

Weitere Hilfsmittel sind Öffnungen in den Fensterscheiben, die man leider häufig mit einem Windrädchen versieht; letzteres hat keinen Zweck und verhindert, weil ja ein Theil der Kraft der einströmenden Luft bei der Bewegung des Rädchens verbraucht wird, bis zu einem gewissen Grade die Ventilation. Besser und kräftiger wirken, weil ihr Querschnitt größer ist, Jalousien, Sheringham-Klappen oder Canäle, welche, in die Außenwände gelegt, in den Sockeln und Scheuerleisten münden, während nahe der Decke ebensolche Öffnungen für den Abzug direct ins Freie sorgen. Keine der genannten Einrichtungen gewährt weder Zugfreiheit, noch auch eine einigermaßen regelmäßige Function.

Zu den einfachen Ventilationsanlagen hat man auch die sogenannte Firstventilation zu rechnen, welche bei Krankenpavillons für den Luftwechsel häufig angewendet wird (Fig. 66). Es wird hierbei die Außenluft mittelst Thonröhren direct unter die Krankenbetten geleitet. Die verdorbene Luft entweicht durch Öffnungen in der Decke des Saales. Für den Winter sind die Thonröhren durch Klappen, die Öffnung in der Decke durch fallthürartig eingeführte Verschlüsse abzusperren: die Ventilation muss dann durch anderweitige Einrichtungen (Seite 144) regulirt werden. Ein Hauptnachtheil der Firstventilation ist die Abhängigkeit derselben von jedweder Luftbewegung im Freien.

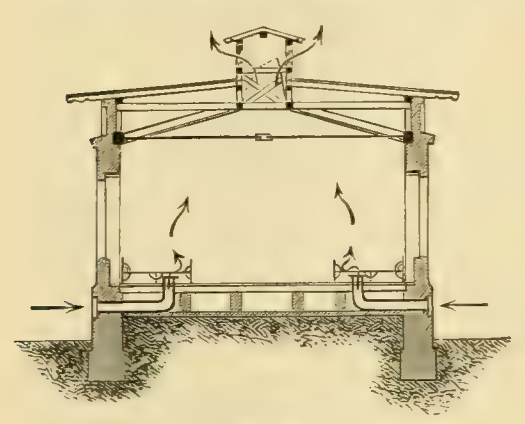


Fig. 66.

b) Ventilation mittelst Luftcanälen.

Die hierzu zu rechnenden Einrichtungen können zwar auch für einzelne Räume Verwendung finden, doch sehen wir denselben im Allgemeinen mehr den Charakter centraler, mehrere Räume versorgender Einrichtungen aufgeprägt.

Man hat durch die Decken in den Dachraum oder ins Freie mündende Luftabzugsschlotte, die oben in Form einer mit Jalousien versehenen Laterne münden, angelegt und dieselben diagonal getheilt, um vier verschiedene, bei jeder Windrichtung wirkende Canäle mit Luftabzug und Luftzufuhr zu haben (Muir'scher Vierrichtungsventilator); oder man hat zwei Röhren von der gleichen (Hammond) oder von verschiedener Länge (Mc. Kinnel) ineinander gesteckt, von der Zimmerdecke ins Freie geführt, damit die innere Röhre die Stubenluft abführe, die äußere in umgekehrter Richtung die frische Luft zuführe.

Günstiger wirkt die Anlage besonderer räumlich getrennter Canäle, deren eines System frische Luft den Räumen zuleitet (Zuführungscanal), deren anderes dagegen die schlechte Luft ins Freie führt (Ableitungs-, Abluftcanal); die Anordnung für Sommer- und Winterventilation kann dabei die gleiche sein, wie wir sie schon für die Luftheizungsanlagen beschrieben haben. (Siehe auch Fig. 49 und 50.)

Mit Vortheil werden Thonröhren zu solchen Anlagen verwendet; jedenfalls ist aber luftdichte Wandung der Ventilationscanäle wenn möglich herzustellen.

Eine derartige Einrichtung präformierter Wege für die Luftcirculation hat viele Vorzüge. Bei der natürlichen Ventilation nimmt die Luft, wie oben besprochen, ihren Weg durch die Wandungen und durch Decke und Boden hindurch. In einem dicht bewohnten Hause erhalten wir daher häufig durch Ventilation nicht eben gute Luft zugeführt, sondern solche, welche dem Nachbarn neben oder unter uns bereits zur Athmung gedient hat, also verdorben ist.

Daher kann man es als rationell bezeichnen, wenn man auf die Ventilation durch Wandung und Boden ganz verzichtet, dieselben für Luft undurchgängig macht und durch besondere Luftcanäle Luft zu- und ableitet. Die Luftabführungscanäle sind über Dach zu führen.

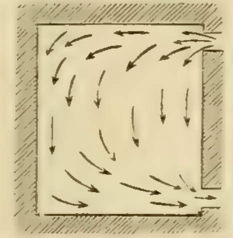


Fig. 67.

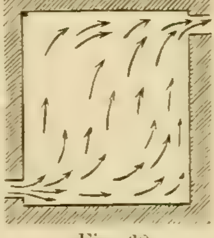


Fig. 68.

Die Eintrittsöffnungen der Canäle sind zu vergittern und mit Klappen zur Regulierung zu versehen. Da wir bestrebt sind, möglichst gute Luft zuzuführen, so hat man auf den Ort, an welchem die Luftzuleitungscanäle ihren Anfang nehmen, genügende Aufmerksamkeit zu verwenden. Man nehme sie nicht unmittelbar vom Boden oder von Orten, an denen viel Staub entwickelt wird oder eine Ablagerung von Unrathstoffen sich befindet, nicht aus Kellerräumen, Vorplätzen, dem Flur, sondern aus dem Freien. (S. Fig. 46.) Wenn es wünschenswert erscheint, so kann man die Luft, ehe sie in die Stube tritt, ein aus Baumwollenstoff hergestelltes Filter, in welchem sie die Staubtheilchen absetzt, passieren lassen.

Bei der Anlage der Canäle muss auf möglichste Glätte der Wandungen, auf Vermeidung aller plötzlichen Querschnittserweiterungen und Krümmungen dringend geachtet werden; Ein- und Ausströmungsöffnungen sind zur Verminderung der Widerstände an den Kanten abzurunden, und namentlich auf die richtige gegenseitige Lage derselben muss ein Hauptgewicht gelegt werden. Die Eintrittsöffnungen der Luft sind stets so anzuordnen, dass sich die zugeführte Luft im ganzen Raume gleichmäßig vertheilt, um an entgegengesetzter Seite durch Austrittsöffnungen abgeleitet zu werden (Fig. 67 und 68). Die Luftzuführungscanäle münden bei der Winterventilation, da die directe Einführung frischer Luft leicht störend wirkt, in der Nähe eines Ofens oder innerhalb des Mantels eines Mantelofens, eines Heizkörpers u. s. w.

Die Anlage der Canäle ist so zu treffen, dass dieselben leicht zu reinigen sind.

Die Wirksamkeit der Ventilationscanäle beruht ganz auf denselben Gesetzen, welche auch für das Zustandekommen der Ventilation durch die Wandungen hindurch anzusprechen waren: auf der Verschiedenheit der Gewichte von Luftsäulen ungleicher Temperatur; aber dadurch, dass sich in den Luftcanälen eine Luftmasse befindet, deren Höhe in der Regel um ein Vielfaches die Höhe eines Wohnraumes übersteigt, werden die treibenden Kräfte um vieles stärker wie dort, und indem sich die Luft in glattwandigen Canälen, also mit wenig Widerstand, bewegt, werden die Wirkungen noch ausgiebiger.

Nehmen wir an, es befände sich in Fig. 69 in Raum *A* Luft von höherer Temperatur als jene der Umgebung ist, so wird die Warmluft schließlich die ganze Höhe des Canales *B* einnehmen (h_1). Die Wirkung der kalten Luft wird am besten hervortreten, wenn wir uns diese Warmluftschichte gewissermassen durch den Schenkel eines Manometers (die punktierten Linien) mit der bei *O* in den Raum *A* eintretenden Kaltluft in Verbindung gesetzt und aus der ganzen Masse der den Raum *A* umgebenden Kaltluft eine Luftmasse *C* als zweiten Schenkel des Manometers denken (h_2). Die ungleich warmen, aber gleich hohen Luftsäulen h_1 und h_2 können ebensowenig im Gleichgewicht bleiben, wie der Flüssigkeitsstand in einem mit Wasser und Öl gefüllten Manometer, die warme Luftsäule wird aus *B* herausgehoben und fließt ab. Dauert die Erwärmung in dem Raume *A* an, so wird auch beständig die warme Luft aus *B* herausgedrängt werden. — Die Wirksamkeit der Ventilationsanlage wird von der Größe der treibenden Kraft abhängen (also von der Temperaturdifferenz zwischen *B* und *C* und von der Höhe der drückenden Luftsäulen in *B* und *C*) und von dem Widerstande in den Röhren; beide Momente finden ihren Ausdruck in der Geschwindigkeit der Luftströmung. Endlich kommt als zweiter, die Ventilationsgröße bestimmender Factor der Querschnitt der Luftleitungscanäle in Betracht.

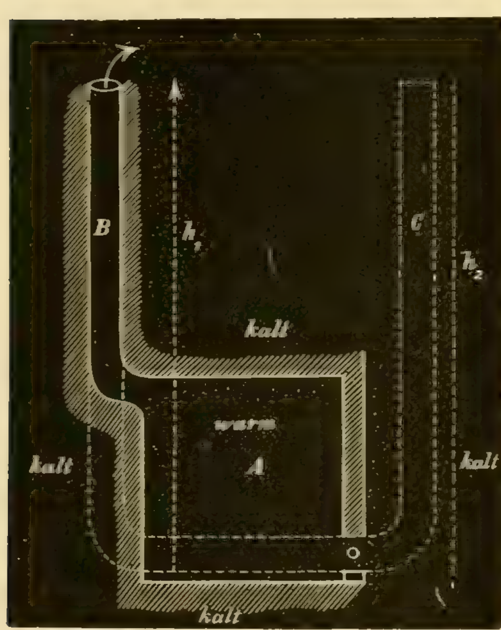


Fig. 69.

Die Geschwindigkeit der Luft lässt sich genügend genau durch Rechnung finden, was für die Anlage von Ventilationscanälen von Wichtigkeit ist.

Die Bewegung der Luftsäule im Abluftcanal beginnt durch den Druck der specifisch schwereren kalten Luft. Die treibende Kraft ist abhängig von der Höhe der Luftsäule H, der Differenz im specifischem Gewicht p, p_1 also

$$= H.(p - p_1)$$

und für eine beliebig große Luftmasse von f Quadratmeter Fläche

$$= f.H.(p - p_1).$$

Geht diese Luftmasse in Bewegung über und rückt sie um die Raumlänge c vorwärts, so ist die geleistete Arbeit das Product des Widerstandes in die Wegstrecke.

$$= c.f.H.(p - p)_1) \qquad \text{I.}$$

Für die geleistete Arbeit lässt sich aber noch eine zweite Gleichung finden, wenn man die lebendige Kraft, welche die Arbeit geleistet hat, zu bestimmen versucht.

Das Gewicht der strömenden Luft (P) ist das Product der Anzahl der materiellen Theile (M) in die Erdschwere (G)

$$P = M.G; \; M = \frac{P}{g}$$

an Stelle von P kann man aber auch das Volum der Luft $f.c$ der vorigen Gleichung, multipliciert mit dem specifischen Gewicht, setzen

$$M = \frac{f.c.p}{g}$$

Die lebendige Kraft ist stets das Product der halben Masse $\frac{M}{2}$ in das Quadrat der Geschwindigkeit (c)

$$\frac{M}{2} c^2 = \frac{P}{2g} . c^2 = \frac{c.f.p}{2g} . c^2 \qquad \text{II.}$$

Da aber Gleichung I = II sein muss, so hat man

$$\frac{c.f.p}{2g} . c^2 = cf.H.(p-p_1)$$

$$c^2 = \frac{H.(p-p_1)\,2g}{p}$$

$$c = \sqrt{\frac{2g\,H.(p-p_1)}{p}}$$

An Stelle des specifischen Gewichtes p und p_1 kann man aber auch das Gewicht von $1\,m^3$ Luft von $0°$ und $760\,mm$ Hg-Druck, d. i. 1·293 dividiert durch die Volumzunahme der Luft im Ventilationscanal bei der Erwärmung, setzen; also

$$p = \frac{1{\cdot}293}{1 + 0{\cdot}000366\,t} \text{ und } p_1 = \frac{1{\cdot}293}{1 + 0{\cdot}00366\,T}$$

woraus dann für $p - p_1$ folgt $= \frac{0{\cdot}00366\,(T-t)}{1 + 0{\cdot}00366\,T}$

$$= \frac{T-t}{\frac{1}{0{\cdot}00366} = T}$$

$$= \frac{T-t}{273 + T}$$

oder

$$c = \sqrt{\frac{2g\,H\,(T-t)}{273 + T}}$$

Dies ist die theoretische Geschwindigkeit; die thatsächliche ist wegen der Reibungswiderstände geringer. Die Reibung ist direct proportional der Höhe H und dem Umfange U des Canals, ferner direct proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit und umgekehrt proportional dem Querschnitt des Canals F, ferner abhängig von dem Reibungscoëfficienten k (= 0·006).

Den Widerstand kann man auffassen als eine Verminderung der Höhe des Überdrucks, d. h. der Höhe des Luftcanals. Diese sei h_1 genannt, so wird obige Gleichung

$$c = \sqrt{\frac{2\,g\,(H - h_1)\;T - t}{273 + T}}$$

und

$$h_1 = \frac{2\,g\,.\,k\,.\,Hc^2}{F}$$

somit

$$c^2 = \frac{2\,g\,H\,(T - t)}{273 + t} - \frac{2\,g\,k.L.U\,c^2}{F}$$

$$c^2 = \left(1 + \frac{2\,g\,k\,L.U}{F}\right) = \frac{2\,g\,H.(T - t)}{273 + t}$$

$$c = \sqrt{\frac{\frac{2\,g\,H.(T - t)}{273 + t}}{1 + \frac{2\,g\,k.L\,U}{F}}}$$

Nach diesen Betrachtungen lässt sich also die Geschwindigkeit der Luft im Ventilationskamine (wie auch für Schornsteine) ableiten und, wenn man den Querschnitt f des Canals kennt, die Leistungsfähigkeit $= f\,.\,c$.

Die Geschwindigkeit im Kamine wächst mit der Quadratwurzel aus der Temperaturdifferenz zwischen Stuben- und Atmosphärenluft, letztere muss vervierfacht werden, ehe man die doppelte Geschwindigkeit erhält und ebenso nimmt die Geschwindigkeit mit der Quadratwurzel aus der Höhe des Ventilationskamins zu. Die Leistungsfähigkeit wächst jedoch direct proportional mit dem Querschnitte des Canals zu; es erhellt hieraus, wie nothwendig es ist, schon in der Anlage den Querschnitt der Canäle richtig zu bemessen.

Die Einströmungsöffnungen sollen bei der Winterventilation thunlichst über Kopfhöhe angelegt werden und die Luft mit keiner größeren Geschwindigkeit als 0·5 bis 1 *m* pro Secunde eintreten. Muss aus irgend einem Grunde dieselbe aber größer genommen werden, so ist durch Blechschirme oder Röhren der Luftstrom nach oben abzulenken. Während der Heizperiode leitet man die verdorbene Luft mittelst einer dem Fußboden nahe befindlichen Öffnung ab, im Sommer dagegen durch eine der Decke nahe gelegene Öffnung des Ablufteanales.

Die Thätigkeit dieser oben geschilderten Ventilationsanlagen hängt vollkommen davon ab, ob Temperaturdifferenzen zwischen Stubenluft und Außenluft vorhanden sind. Die geringste Temperaturdifferenz, bei welcher in den meisten Fällen eben noch eine bemerkenswerte Luftbewegung eintreten wird, kann zu 5° angenommen werden. In den Sommermonaten, wenn die Innenluft kälter als die äußere, tritt eine Umkehr der Luftbewegung ein.

Von einer constanten Wirkung kann man zwar sonach nicht reden, doch ist dieselbe keineswegs zu unterschätzen, da man doch durchschnittlich an 240 Tagen im Jahre eine Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft findet, welche die Ventilation einzuleiten im Stande ist, und an 60 Sommertagen wenigstens zur Nachtzeit eine Ventilationswirkung eintritt.

Am häufigsten treten Störungen durch Windströmungen ein, zur Vermeidung solcher, und zur Verstärkung der natürlichen Ventilation

durch den Wind wendet man gewisse Schornsteinaufsätze an, von denen hier der von Wolpert angegebene beschrieben sein mag. (Fig. 70.)

Der Wolpert'sche Rauch- oder Luftsauger verwertet die Thatsache, dass der Wind hinter einem Körper, den er trifft, eine Luftverdünnung

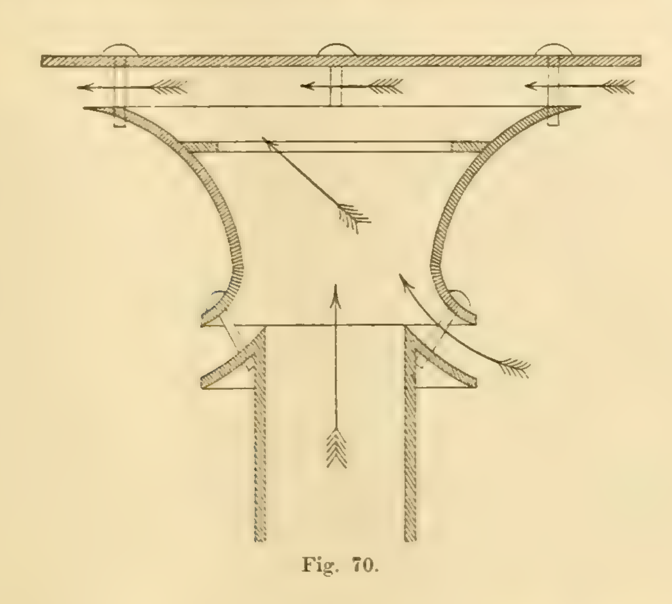


Fig. 70.

hervorruft, so dass in einem Rohre, dessen seitliche Öffnung von ihm abgewendet ist, ein Aspirationsraum erzeugt wird. Wird ein Luftstrom unter irgend einem Winkel gegen eine Fläche geblasen, so wird derselbe nicht etwa unter dem Einfallswinkel reflectiert, sondern er breitet sich über die ganze Fläche hin aus und strömt in der Richtung derselben ab. Bläst man daher gegen eine cylindrische Fläche, so umströmt die Luft den ganzen Cylindermantel und fließt alsdann in derselben Richtung, die sie vorher hatte, weiter. Jeder Luftstrom reißt in Folge der Reibung die in der Nähe befindlichen Lufttheilchen mit sich fort und veranlasst hierdurch in seiner Nähe eine absolute Luftverdünnung. Der Wolpert'sche Sauger besteht aus einem gekrümmten Schirm, einem nach oben ausgeschweiften Mantel (Saugkessel) und aus einer horizontalen Deckplatte, welche drei Theile mit freien Zwischenräumen für den Eintritt des Windes durch Stifte untereinander verbunden sind. Wind, Regen und Sonnenstrahlen können bei keiner Richtung in den Schornstein fallen, es entsteht vielmehr unter allen Verhältnissen im mittleren Theile des Apparates eine bedeutende Luftverdünnung.

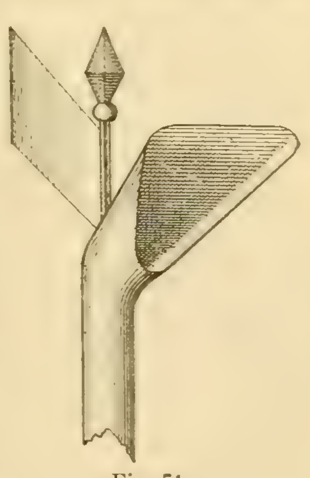


Fig. 71.

Um die pressende Kraft des Windes zu verwerten, werden knieförmig gebogene, trichterförmig sich erweiternde, theils stabile, theils drehbare, und zwar mit der Trichteröffnung sich gegen den Wind stellende Windkappen (Windfangröhren) (Fig. 71), auf die Luftzufuhrschläuche aufgesetzt (bei Dampfschiffen, Eisenbahnwagen).

Die künstliche Ventilation.

Obwohl die natürliche Ventilation, weil von äußeren Umständen und von der verschiedenen Beschaffenheit der Wohnungen abhängig, bezüglich der Größe des durch sie erzielten Luftwechsels sehr variiert, so ist sie doch unter allen Umständen für die Beschaffung einer guten Zimmerluft ein überaus wichtiger Factor und sie genügt auch, wenn es sich um gewöhnliche Wohnräume, die groß genug, gut gebaut, trocken, rein gehalten und nicht zu dicht bevölkert sind, in der Regel, um den zur Erhaltung einer gesunden Atmosphäre nöthigen Luftwechsel zu bewirken. Für Räumlichkeiten aber, die, wie Schulen, Versammlungsorte, zu gewissen Zeiten viele Menschen aufnehmen sollen, oder in denen, wie in Spitälern, eine möglichst reine Luft ein stetiges und hochwichtiges Bedürfnis ist, reicht die natürliche Ventilation nicht aus. Nur die künstliche Ventilation bietet die Mittel zur Erfüllung dieser Forderungen.

Die Kräfte, die wir bei künstlichen Ventilationen benützen, sind dieselben, mit welchen auch die natürliche Ventilation vor sich geht: *a*) die durch ungleiche Schwere verschieden temperierter Luftschichten bedingte Bewegung und *b*) der mechanische Stoß.

a) Ventilation mit Hilfe von Temperaturdifferenzen.

In gewissem Sinne sind alle unsere Beheizungsarten Anlagen künstlicher Ventilation, aber allerdings von sehr verschiedener Güte. Da die natürliche Ventilation in so hohem Grade von der Temperaturdifferenz zwischen Stuben- und Atmosphärenluft abhängig ist, wirkt jede Erwärmung eines Wohnraumes durch die Beheizung ventilationsbegünstigend.

Aber noch in anderem Sinne fördern die Heizanlagen die Lufterneuerung in unseren Wohnräumen. In vielen Fällen erhält die Feuerung die nöthige Luft aus letzteren zugeführt und die verbrauchte Luft zieht in den Kaminen als Rauchgas ab. So ist auch der gewöhnliche von innen geheizte Stubenofen eine Ventilationsanlage; nur wird sein Effect, der von der Größe des Heerdes, der Höhe und Weite der Esse abhängt, vielfach überschätzt. Steht der Stubenofen in richtigem Verhältnisse zum Kubikinhalt der Stube und findet keine Verschwendung von Brennmaterial statt, so liefert der Ofen kaum mehr als ein Zehntel der nöthigen Ventilation; immerhin ist aber seine Mitwirkung an der Lufterneuerung beachtenswert.

Weit wirksamer sind in ventilatorischer Hinsicht die gewöhnlichen welschen Kamine, welche selbst bei schwachem Feuer einen Luftabzug von 1500 m^3 für die Stunde erzeugen: hinsichtlich des Heizeffectes sind dieselben allerdings sehr ungünstig zu beurtheilen (Seite 137). Freilich wird oft der Luftwechsel so bedeutend, dass die von Fenstern und Thüren nachströmende Luft einen lästigen Zug erzeugt. Jedenfalls sollte auf eine

zweckmäßige Zufuhr der Luft aus dem Freien mit Vorwärmung, wie sie der Galton'sche Kamin liefert, bedacht genommen werden.

Die Zwecke der Ventilation, ausreichende Heizung bei ökonomischem Betriebe erfüllen gut construierte Mantelöfen, deren Beschreibung wir schon früher gegeben haben. Der Mantelofen wird in seinem Sockel mit Thonröhren oder einem anderen Canale, welcher Luft aus dem Freien schöpft, in Verbindung gebracht. Die Luft steigt dann, in dem Mantel sich erwärmend, in die Höhe und tritt sonach erwärmt in den Raum ein. An sehr kalten Tagen schließt man den Luftzutritt aus dem Freien je nach Bedürfnis. Eine an dem Sockel des Mantelofens befindliche Klappe erlaubt dann der kühlen, über dem Boden lagernden Luft in den Mantel einzutreten und nun an Stelle der sonst eingetretenen Freiluft zu circulieren.

Es ist zweckmäßig, für besondere Luftabführungscanäle in den mittelst der Mantelöfen ventilierten Räumen Sorge zu tragen.

Werden dieselben Grundsätze, welche wir zur Ventilation eines Raumes angegeben, auf mehrere gemeinsam angewendet, so entstehen Centralventilationsanlagen. Eine solche ist die Luftheizungsanlage, während die anderen Centralheizungsanlagen stets einer besonderen Lüftungsanlage bedürfen.

Alle auf Heizung der Wohnräume basierenden Methoden liefern die bis jetzt angeführten Ventilationseffecte als Nebenwirkung und sind, strenge genommen, keine der Ventilation allein dienenden Anlagen.

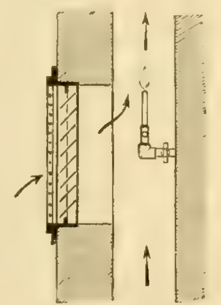


Fig. 72.

Da der Hauptmangel an Ventilation in der wärmeren Jahreszeit einzutreten pflegt, muss die Wärme, insoweit sie als Mittel zur Ventilation gebraucht werden soll, so angewendet werden, dass sie nur die Luft im Abluftcanal erhitzt; ein solcher Canal wird dann nicht selten „Lockkamin“ genannt. Die Erhitzung der Luft im Lockkamin braucht nicht sehr hoch zu sein; 20 bis 30 Grad Temperaturunterschied zwischen Kamin und Freiluft erzeugt bereits einen sehr intensiven Zug.

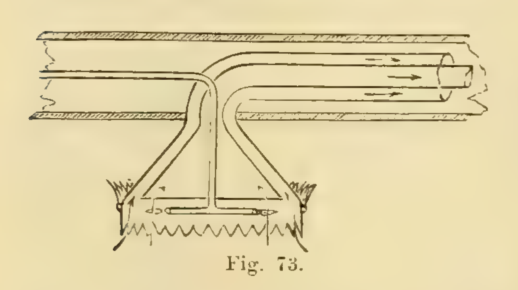
Es genügt daher für manchen Zweck eine in dem Abluftcanal brennende Öl-, Petroleum- oder Gaslampe vollständig; besonders empfiehlt sich wegen der bequemen Einrichtung die Gasflamme als künstliches Ventilationsmittel. Man kann annehmen, dass durch Verbrennung von 1 m^3 Gas 600 bis 800 m^3 Luft angesaugt werden können. Die einfachste derartige Einrichtung zeigt Fig. 72.

Man kann so in der bequemsten Weise Tag und Nacht gleichmäßig ventilieren. Auch kann man die Ventilation augenblicklich unterbrechen und ebenso wieder in Gang setzen.

Zur Beleuchtung dienende Gasflammen werden dadurch für die Ventilation nutzbar gemacht, dass man über den Flammen eine Glas- oder Metallglocke mit einem Abzugsrohr anbringt, welches die Verbrennungsproducte fortführt. Von der Decke an ist das Abzugsrohr von einer weiteren, gegen das Zimmer hin offenen Röhre umgeben (Fig. 73). Durch die starke Erwärmung des centralen, die Verbrennungproducte der Flamme ableitenden Rohres wird dasselbe so heiß, dass auch in dem Binnenraume zwischen innerer und äußerer Röhre ein Zug entsteht und demnach dieser Binnenraum wie ein Lockkamin wirkt.

In dieser Weise sind auch die trefflich ventilierenden Sonnenbrenner, Siemensbrenner, Wenhamlampen u. s. w. contruiert. Die gewöhnliche Anwendung der Sonnenbrenner ist die, dass eine große Zahl der sogenannten Loch- oder Schnittbrenner in concentrischen und etwas übereinander liegenden Kreisen (Fig. 74) derart nahe aneinander gestellt werden, dass sich sämmtliche Flammen mit den äußersten Spitzen berühren und so einen zusammenhängenden Lichtkranz bilden. Oberhalb der Flammen ist ein blanker Schirm angebracht, welcher das Licht nach untenhin reflectiert, nach oben aber sich in eine Röhre verengt, welche die Verbrennungsgase abführt. Diese Gase erwärmen in Folge ihrer sehr hohen Temperatur die gedachte Röhre, die nun wieder ihre Wärme an die sie umgebende Luft überträgt. Hierdurch entsteht eine Luftverdünnung in dem umgebenden Mantel, in welchen die Zimmerluft nachströmt.

Ebenso lassen sich durch passende Einrichtungen bei centralen Warmwasser-, Heißwasser- und Dampfheizungen die Zwecke der Ventilation mit jener der Erwärmung verbinden. In welcher Weise das geschehen kann, ist schon bei den Centralheizmethoden erörtert.


Fig. 73.

Wo die Wärme weder von Feuerungen noch von Beleuchtungsapparaten zur Verfügung steht oder wo man unabhängig von Heizung und Beleuchtung mittelst Temperaturdifferenzen ventilieren will, da leitet man die Luft eines jeden einzelnen zu ventilirenden Raumes mittelst Luftabführungscanälen zu größeren Sammelcanälen und die letzteren wieder zu einem verticalen Hauptcanal, der die Luft ins Freie führt. Damit der Hauptschlot eine kräftige Luftverdünnung erzeuge und die Aspiration der Zimmerluft bewirke, wird im innersten Theil dieses Schlotes entweder ein gewöhnlicher eiserner Ofen in Form eines Kanonen- oder Füllofens (Fig. 75) aufgestellt. (S. auch Fig. 49 u. 50.) Soll diese Einrichtung befriedigend functionieren, so müssen die Sammelcanäle einen Querschnitt haben, der mindestens gleich der Summe der Querschnitte sämmtlicher in sie mündenden Rohre ist.

Die einzelnen Luftabführungscanäle kann man entweder nach dem Dachboden führen und dort in einen Schlot, welcher mit einer Lockfeuerung erwärmt wird, vereinigen, oder aber man führt alle Abführungscanäle nach abwärts in den Keller des Gebäudes, sammelt dieselben dort in einem horizontalen Canal und leitet diesen in den Aspirationsschornstein.

Bei der Einrichtung der Absaugung der Ventilationsluft nach unten tritt der Übelstand auf, dass eine Ventilation nur eintritt, wenn der Lockkamin geheizt ist, weil die wärmere Luft von selbst nicht nach unten strömt; dagegen ist bei der Abführung der Ventilationsluft nach oben unter günstigen Umständen eine Luftbewegung zu erwarten auch ohne Heizung des Lockkamins. Außerdem erfährt die Luft bei der Absaugung nach unten einen großen Widerstand.

Man schlug deshalb vor, die Luftabführungscanäle in jeder Etage in ein Sammelrohr zu leiten und dieses dann in der jedesmaligen Höhe des Geschosses zum Hauptabführungsschlot zu führen. Man erzielt zwar hierdurch den Vortheil, dass man nicht erst die Abwärtsleitung der Luft vornehmen muss und in dem Aspirationsschlauch dieselbe Geschwindigkeit erreicht, als wenn die gesammte Luft unten eingeführt wird; allein bei dieser Einrichtung ergibt sich der gewichtige sanitäre Nachtheil, dass unter mancherlei Umständen Rückströmungen eintreten, dergestalt, dass z. B. die evacuierte Luft des Erdgeschoßes in das erste Geschoß einströmt, anstatt mit dem Aspirationsschlot abzufließen. Dieser Übelstand kann aber durch ein kräftiges Lockfeuer, durch Anbringung von Luftsaugern in dem Aspirationsschlot in den meisten Fällen beseitigt werden.

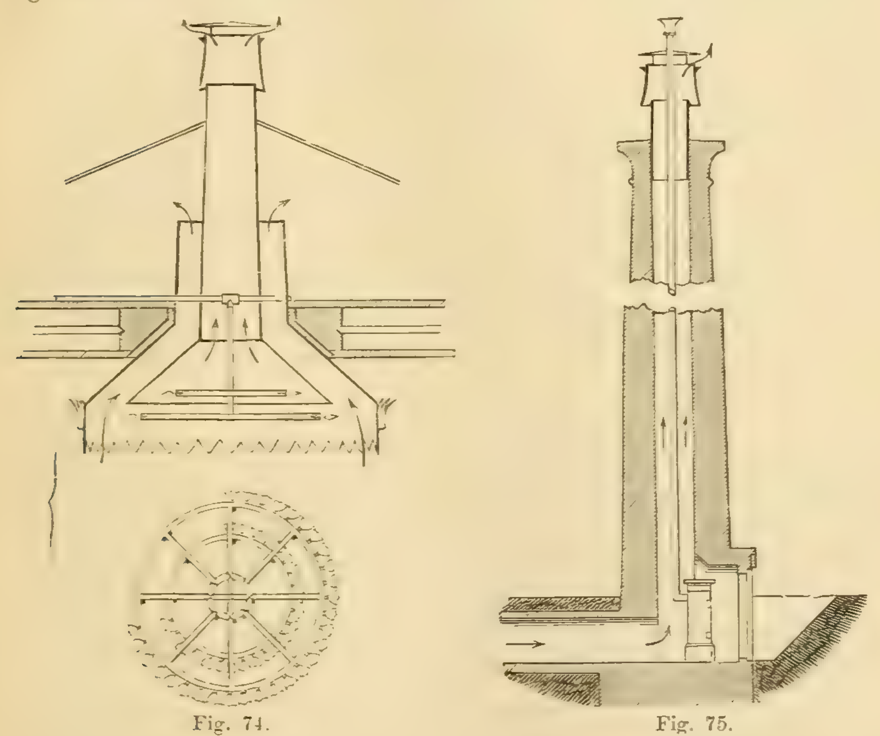


Fig. 74. Fig. 75.

b) Ventilation durch mechanische Kraft.

Man benutzt bei diesem Ventilationssystem verschiedene Motoren zum Treiben von Flügelrädern, oder Schrauben, welche Apparate vermittelst eines Röhrensystems der zu ventilierenden Räume entweder die verdorbene Luft absaugen (Suction) oder frische Luft durch dieses Röhrensystem in dieselben hineintreiben (Pulsion). Manchmal wird mechanische Pulsion mit mechanischer Aspiration combiniert. Bei den Centrifugalventilatoren (Fig. 76) wird durch die Rotation der Flügel in Folge der Centrifugalkraft die Luft gegen die Peripherie des spiraligen Gehäuses geschleudert und gelangt alsdann an der Stelle *a* zum Ausfluss. Bei den

Schraubenventilatoren (Flügelventilatoren) (Fig. 77) werden windschief gestellte Flügel nach Art der Schiffschrauben angewandt, die also durch die rasche Umdrehung eine Pression auf die Luft ausüben und diese vor sich hertreiben. Ähnlich wirkt der Kosmos-Ventilator.

Beide Apparate können auch als Exhaustoren gebraucht werden, wenn man sie in umgekehrter Richtung wirken lässt.

Verwendbar sind Dampfkraftmotoren, Wassermotoren, besonders aber wegen der einfachen Bedienung und steten Arbeitsbereitschaft die Gasmotoren. Man kann bei Flügelventilatoren für eine Pferdekraft eine Leistung von 460 m^3 Luft pro Minute (= 27.600 m^3 pro Stunde), bei den Schleuderbläsern (Centrifugalventilatoren) für eine Pferdekraft etwa 120 m^3 pro Minute (7200 m^3 pro Stunde) Leistung annehmen.

Die Propulsion ist dadurch, dass sie eine große mechanische Kraft erfordert, um die Luft vorwärts zu treiben, im Nachtheil gegenüber der Aspiration (Suction); Einrichtung und Betrieb sind etwas kostspielig,

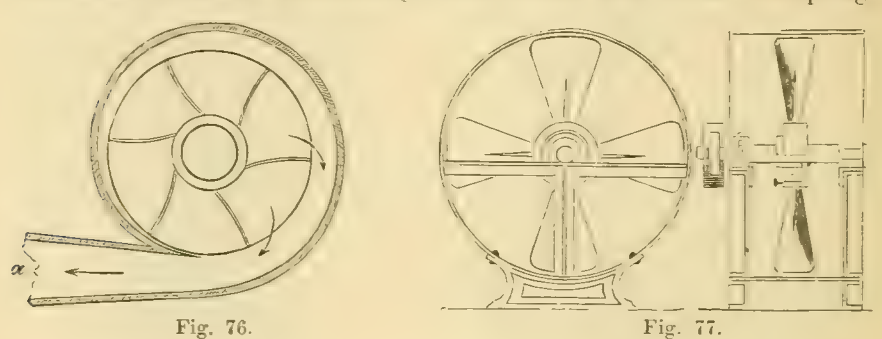


Fig. 76. Fig. 77.

doch muss dieselbe in hygienischer Hinsicht bevorzugt werden, weil bei diesem Systeme frische Luft in die Räume getrieben wird, während bei dem Heraussaugen von Luft nie sicher controlierbar ist, auf welchen Wegen die nachdringende Luft zuströmt, also gelegentlich auch verdorbene Luft eindringen kann.

Nicht selten erzeugen die Ventilatoren störende Geräusche. Dagegen hat jede Maschinenventilation den Vorzug, dass ihre Leistungsfähigkeit von atmosphärischen Einflüssen ganz unabhängig und im Princip unbeschränkt ist. Der Luftwechsel kann ganz nach Bedürfnis reguliert werden.

Des Wassers als Triebkraft bedient sich der Wolpert'sche Wasserradventilator, dessen Schaufeln durch fließendes Wasser bewegt werden und zugleich, indem sie sich in einem Gehäuse bewegen, Luft nach einem Canalsystem weiterpressen, beziehungsweise heraussaugen.

Von dem Wasser hat man auch noch anderweitig zu Ventilationszwecken Gebrauch gemacht bei der Construction des „Regenventilators“ (auch Ärophor, Victoriaventilator etc. benannt.) In dem einen das Schenkel einer U-förmigen Röhre befindet sich eine Brause, welche Wasser sehr fein vertheilt; dieses reisst im Falle Luft mit, die im anderen Schenkel der Röhre entweicht. Das Wasser sammelt sich an der Vereinigungsstelle beider Schenkel und fließt durch ein syphonartiges Rohr ab. Die Wirkung dieses „Regen“ventilators ist gut; doch muss das Rohr, um lästige Geräusche zu vermeiden, mit einem Leinwandmantel ausge-

kleidet sein; die Luft wird aber dabei feucht. Wasser, welches Kohlensäure enthält, gibt nicht unbedeutende Mengen desselben an die den Regenventilator durchströmende Luft ab; dieser Kohlensäurezuwachs ist vollständig unbedenklich.

Bestimmung der Ventilationsgröße.

a) Von Luftcanälen.

Wenn es sich um die Bestimmung der Ventilationsgröße eines mit Luftcanälen versehenen Raumes handelt, so ist die Aufgabe eine ziemlich einfache. Man hat den Querschnitt der Ventilationsöffnungen und die Luftgeschwindigkeit zu messen. Zur Bestimmung der Luftgeschwindigkeit verwendet man die Anemometer (S. 53) oder das Differentialmanometer, welch letzteres namentlich bei kleineren Querschnitten der Ventilationsöffnungen gute Dienste thut. Die Temperaturunterschiede zwischen Stuben- und Atmosphärenluft, welche die treibende Kraft darstellen, müssen berücksichtigt werden

Doch genügt die Beobachtung der Menge der in einem Raum ein- und abströmenden Luft noch nicht zur Beurtheilung des Ventilationseffectes, da bei unzweckmäßiger Anlage der Ein- und Austrittsöffnungen der Canäle die Luft, ohne sich kräftig mit der Stubenluft zu mischen, den Raum durchziehen kann und die Canalventilation meist durchaus nicht die gesammte Größe der Ventilaton eines Raumes darstellt.

b) Gesammtventilation.

Die Ventilationsgröße lässt sich aber einwandsfrei bestimmen, wenn man der Stubenluft Kohlensäure beimengt, für deren gleichheitliche Vertheilung durch Mischen der Luft sorgt und nun beobachtet, wie rasch die Abnahme des Kohlensäuregehaltes, d. h. ein Auswaschen der Kohlensäure durch neu hinzutretende frische Luft eintritt (Pettenkofer's Methode, anthrakometrische Methode).

Zur Ausführung der Bestimmung verfährt man folgendermaßen: Man entwickelt in dem zu untersuchendem Raume Kohlensäure, entweder, indem man eine Anzahl von Menschen längere Zeit in demselben sich aufhalten läßt, oder indem man Kerzen oder anderes Kohlensäure lieferndes Leuchtmaterial brennt, oder aus kohlensauren Salzen ($CO_3 Na_2$) durch Zugießen einer Säure sie entwickelt.

Nach einer beliebigen Zeit, wenn reichlich Kohlensäure vorhanden ist, unterbricht man die Entwickelung und mischt (mit großen Fächern aus Pappe oder dgl.) die Luft sorgfältig. Durch Ausmessung des Raumes und durch die Kohlensäurebestimmung nach Pettenkofer (S. 31) erfährt man, wie viel Liter Kohlensäure in dem Raume enthalten sind.

Nach etwa einer Stunde wird aus dem Raume wieder Luft entnommen und eine zweite Kohlensäurebestimmung ausgeführt (deren Wert einen höheren Kohlensäuregehalt, als ihn die Atmosphärenluft aufweist, ergeben muß). Es lässt sich sodann angeben, wie viele Liter Kohlensäure durch Ventilation aus dem Raume entwichen sind.

Da die Ventilationsgröße eines Raumes zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden ist, so bedarf es jedesmal der besonderen Beobachtung der Versuchsbedingungen, ob die Luftbewegung im Freien etwa der Ventilation günstig ist, welches die Temperatur der Stubenluft, jene der Atmosphäre oder der den beobachtenden Raum umschließenden Räume ist.

Wie viel nun frische Luft in den ventilierten Raum eingedrungen ist, ließe sich leicht berechnen, wenn man wüßte, mit welchem Kohlensäuregehalt die abströmende Ventilationsluft entwichen ist. Der letztere muß offenbar ebenso sich geändert haben, wie der Kohlensäuregehalt des Raumes überhaupt, d. h. wenn der Anfangskohlensäuregehalt = 3 pro Mille war, so hatte auch die zuerst durch Ventilation entfernte Luft einen solchen Kohlensäuregehalt und wenn bei Beendigung des Versuches 1 pro Mille CO_2 gefunden wurde, so ist unmittelbar vor Schluss des Versuches Luft mit dem Kohlensäuregehalt von 1 pro Mille entwichen. Im ersten Falle sind also für je drei Theile durch Ventilation entfernter Kohlensäure 1000 Theile Luft durch die Wandung hindurchgetreten und zu Ende des Versuches bereits für je 1 Theil Kohlensäure 1000 Theile.

Der mittlere Kohlensäureghalt ist aber nicht etwa gleich dem Mittel aus Anfangs- und Endekohlensäuregehalte, sondern wird am besten direct bestimmt. Indem man während der ganzen Versuchszeit durch Aufstellung einer Pettenkofer'schen Barytröhre, durch welche mittelst eines Aspirators Luft gesaugt wird (S. 32), für jeden kleinsten Zeittheil eine Luftprobe zur Analyse wegnimmt, erhält man ein wahres Mittel. Gesetzt, man hätte 2 pro Mille Kohlensäure als Mittelwert gefunden und seien aus einem Raume in einer Stunde 600 l Co_2 durch Ventilation entfernt worden, so hat offenbar jeder Kubikmeter der austretenden Luft, da die atmosphärische Luft selbst bereits mit einem Kohlensäuregehalt von 0·5 l pro 1 m^3 in den Raum tritt, 2—0·5 = 1·5 l Kohlensäure entfernt und da im Ganzen 600 l fehlten, müssen $\frac{600}{1·5} = 400$ m^3 Ventilationsluft eingetreten sein.

Nennt man den Anfangskohlensäuregehalt k_1, den Endkohlensäuregehalt k_2, den mittleren Kohlensäuregehalt der Zimmerluft p, den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft k und bezeichnet man mit U den Quotienten $\frac{\text{Ventilationsgröße}}{\text{Kubikinhalt des Rhaumes}}$, d. h. den Wert, wie oft in einer Stunde die Luft erneuert wurde, so ist

$$\text{I} \qquad U = \frac{k_1 - k_2}{p -} \qquad \text{(Jakoby.}$$

Man kann übrigens für die gleiche Versuchsanordnung, wie sie oben angegeben wurde, auch mit dem Anfangs- und Endekohlensäurewert ohne Kenntnis des wahren mittleren Kohlensäuregehaltes der Luft ausreichen, wenn man die Formel von Seidel anwendet:

$$\text{II} \qquad U = 2·302 \,.\, log \frac{k_1 - k}{k_2 - k}$$

Will man dagegen für alle möglichen Versuchsanordnungen eine elementar lösliche Gleichung finden, so sind unbedingt drei Kohlensäurebestimmungen nöthig, wie für Formel I. Dabei können dannbeliebige viele Kohlensäurequellen in dem Raume sich finden, die Kohlensäure-

entwickelung kann während der Versuchszeit andauern. Vortheile, welche für die praktische Durchführbarkeit der Untersuchung nicht zu unterschätzen sind.

Behalten wir die bisherigen Bezeichnungen bei und nennen ferner E den Kubikinhalt des Raumes, m die Zahl der Kohlensäurequellen, q die producierte Kohlensäuremenge einer Kohlensäurequelle, Θ die Versuchszeit, so hat man (**Jakoby**)

$$\text{III} \qquad U = \frac{\frac{\Theta m q}{E} - k_2 - k_1}{\Theta (p - k_1)}$$

Will man nicht den Wert U kennen lernen, sondern die Gesammtmenge der durch Ventilation (V) geförderten Luft, so hat man da,

$U = \frac{V}{E}$ also $V = E \, . \, U$, die Ergebnisse der Gleichungen nur mit E dem Kubikinhalt des Raumes zu multiplicieren.

Recknagel hat eine Methode zur Bestimmung der Ventilationsgröße eines Raumes mittelst des Differentialmanometers gegeben, welche aber in der Ausführung mancherlei Schwierigkeiten begegnet. Da die anthracometrische Methode für alle Fragen voll ausreicht und weit bequemer ist, kann auf die Besprechung der anderen genannten Methode hier verzichtet werden.

Viertes Capitel.

Die Beleuchtung.

Wert der natürlichen Beleuchtung.

Wärme wie Licht, ihrer Natur nach innig verwandt, bestehen in mehr oder minder lebhaften Schwingungen der Moleküle, welche dem den ganzen Weltenraum erfüllenden Äther sich mittheilen und als Wärme- und Lichtstrahlen den Raum durchwandern. Die Wärmestrahlen entsprechen den Ätherwellen mit geringer Wellenlänge. Die kurzwelligen Strahlen nimmt auch das Auge als Lichtempfindung wahr.

Licht wie Wärme gehen, wie es ihrem Wesen entspricht, in mannigfachster Weise ineinander über; allerorts, wo Lichtstrahlen durch Absorption ausgelöscht werden, entsteht Wärme und wo die letztere die Moleküle geeignete Zusammensetzung in Bewegung setzt, durch Wärme Licht. Sonach kann man bei Besprechung der Wirkung der Wärme jene des Lichtes nicht umgehen; aber es hat das Licht noch seine besonderen specifischen Eigenthümlichkeiten und directe wie indirecte Wirkung auf das Wohlergehen des Menschen, wie sie in dem „erwärmenden“ Einfluss der Lichtstrahlen allein nicht erschöpft sind.

Specifische Wirkung entfaltet das Licht in der chlorophyllführenden Pflanze: zwar wecken Wärme und Feuchtigkeit den ruhenden Pflanzenkeim zum Leben und Wachsthum, die Möglichkeit aber, aus einfachen Stoffen die complicierteren des Pflanzenleibes aufzuspeichern, gibt nicht die Wärme, sondern die Strahlen des Lichtes, ja selbst unter diesen

wieder nur solche bestimmter Wellenlänge. Wärme allein vermag die Kräfte nicht zu liefern, welche die Atomgruppen aneinanderfügend zur Ansammlung der Pflanzenstoffe führen, wohl aber die Lichtstrahlen. Die Großartigkeit dieser pflanzlichen Synthesen ist eine überwältigende und überall begegnen wir den Resten des Pflanzenleibes in der Humusbildung der Torfbildung, Braunkohlen- und Steinkohlen-Anthracitbildung als Producten der vor Jahrzehnten bis Jahrtausenden wirksamen Sonnenstrahlung.

Sind nun alle diese Producte der Grundstein für unser heutiges industrielles Leben und unseren Culturzustand, so ist die Fessel, die unser Leben mit der Thätigkeit des Lichtes verknüpft, doch noch enger. Das Leben der Thiere baut nicht auf und erzeugt, wenn wir die Endproducte betrachten, nicht synthetisch complicierte Producte; es setzt die letzteren voraus und wirkt zerstörend und auflösend. Das Leben der Thiere hat die synthetische Arbeit der Pflanze als Vorbedingung; die Thiere sind Pflanzenparasiten und nähren sich von den Producten, welche die Pflanze erzeugt, und wie man sagen kann, dass wir unsere Stuben mit den Sonnenstrahlen wärmen, welche in Holz und Kohle latent geworden waren, so ist unser Lebensprocess und seine Lösung zu Wärme gleichfalls in letzter Linie nur eine Thätigkeit des Lichtes.

Aber auch außer diesen allgemeinen Einflüssen und der principiellen Bedeutung, welche dem Lichte zukommt, hat es auf die belebten Wesen eine mächtige Einwirkung, und diese ist es, der wir uns zuwenden wollen. Seine Wirkung kann verstärkt und kann vermindert sein und nach verschiedener Richtung hin Abhilfe erwünscht und nothwendig werden.

Das Licht wirkt kräftig selbst auf einzellige Wesen; manche Bacterien verlieren unter der Bescheinung durch Lichtstrahlen ihre Giftigkeit (Milzbrandbacillen) und gehen schließlich zugrunde. Auch von Amöben (Pelomyxa palustris) wissen wir, dass dieselben dem directen Einflusse des Lichtes unterworfen sind und durch Licht zur Contraction veranlasst werden. Bei dem Menschen tritt eine solche directe Wirkung zurück und werden durch ein Organ und dessen specifische Thätigkeit durch das Auge die Lichteindrücke dem Organismus übermittelt und reguliert.

Das Licht ist nun von einer gewaltigen Wirkung auf den Menschen durch die Beeinflussung unserer Psyche. Ein klarer, sonnenheller Tag, der eine Flut von Licht über die Landschaft ergießt und die Farben in warme, satte Töne taucht, stimmt uns heiter und freudig, spornt zur Arbeit und lässt entgegenstehende Schwierigkeiten leicht überwinden; man fühlt sich gedrängt, das Freie aufzusuchen, die frische Luft in vollen Zügen zu schöpfen und mit der Lust an Bewegung nimmt auch die Esslust zu. Der Sonnenschein verklärt den düsteren Eindruck der Wintertage und erfreut uns als Vorbote des Wiedererwachens der Natur.

Ganz entgegengesetzt verhält sich der Mangel an Licht an trüben Tagen. Die bleierne Farbe, die blauen und grauen Töne, welche vorherrschen, stimmen uns unbewusst traurig, machen arbeitsunfreudig, eine gedrückte Stimmung befällt uns; die Esslust und Bewegungslust sinkt.

Besonders mächtig sind diese Einwirkungen auf empfängliche Personen, wie Kinder und Kranke.

Die Nacht, in ihrem Mangel an Licht, ist die Zeit der Ruhe; Lichtmangel wirkt einschläfernd; doch nur, wenn die Dunkelheit nicht übermäßig lange anhält.

Der im Jahre hundertfach wiederkehrende Wechsel des Sonnenlichts und Sonnenmangels durchdringt in seiner Wirkung unser ganzes Wesen und manche unserer Empfindungen nimmt von ihm ihren Ursprung. Unzweifelhaft verhält es sich so mit dem Gefallen und der Beurtheilung von Farben. Roth und gelb, die Farben des Sonnenlichtes, erwecken den Eindruck der Wärme, des Behaglichen, blaue Töne, die Farben des Dämmerlichtes und der Nacht, den Eindruck des Kalten, Unbehaglichen.

Dem Lichte hat man von jeher einen Einfluss auf den Stoffverbrauch zugeschrieben, theils mit Recht, theils mit Unrecht. Mit Unrecht, wenn man etwa meint, die Lichtstrahlen, welche ins Auge fallen, regten direct die Zersetzung an; dem ist nicht so. Dagegen wird vermehrter Stoffverbrauch, erhöhte Esslust indirect erzeugt, indem das Licht einerseits Bewegungen erst möglich macht, andererseits durch die Lebhaftigkeit und den Wechsel der Sinneseindrücke uns fortwährend zur Thätigkeit anspornt.

Die Entziehung des Lichtes hat sonach immer schädliche Folgen; die Art und Weise, wie wir dessen entbehren müssen, ist eine sehr mannigfache, graduell und durch complicierende Nebenwirkungen verschiedene. Das Leben des Blinden entbehrt der Übermittlung des Farben- und Formenreizes der Natur und ist ein höchst beklagenswertes Los. Aber immerhin erhält der Blinde manche Eindrücke, die nur durch das ihn umgebende Sonnenlicht möglich sind. Das Leben in der Natur, in Wald und Feld wird nur durch die Sonne entfaltet; der Vogelsang, die Stimmen der Thiere, das Geräusche und Getriebe um ihn her geben auch dem Blinden tausenderlei Anregungen; er fühlt die Wärme der Sonne, und was die Sonne im Sommer an Blüten und Blumen zur Entwickelung bringt oder an Früchten zeitigt, vermag seinem Geruchsorgan wie seinem Gaumen Reize und Genüsse zuzuführen. Trotz der mannigfachen Entsagungen, die also Jenem auferlegt sind, der des Augenlichtes entbehrt, nimmt er doch wieder an den Segnungen theil, welche die Sonne über die Natur ausstreut. Wesentlich anders sind die Wirkungen der Entziehung des Sonnenlichtes, die wir bei Polarfahrten beobachten und oben S. 121 schon berichtet haben. Die Monotonie der Umgebung in der Farbenstimmung, die absolute Ruhe der Natur zehren an der Gesundheit, trotz Aufenthalt im Freien und frischer Luft wird die Hautfarbe fahl und bleich; psychische Störungen — melancholische oder aufgeregte Stimmung bilden sich aus, denen dann auch körperliche Störungen, Verminderung des Appetits sich anschließen. Gerade hier zeigt sich am besten und reinsten die Wirkung der Lichtentziehung; die Veränderungen sind um so wichtiger, als sie bei völlig gesunden und normalen Menschen, die ja allein zu Polarfahrten brauchbar sind und ausgewählt werden, sich einstellen.

Viel empfindlicher noch wirkt die Lichtentziehung auf Gefangene, und Dunkelarrest gilt als schwere Strafe; aber hier sind auch noch andere Momente als mitbedingend im Spiel, wie schlechte Luft, ungenügende Beköstigung, Gram und Sorge u. s. w.

Das Licht ist also zu unserem Wohlbefinden unbedingt nothwendig; je mehr Sonnenlicht — ohne übermäßig durch Hitze zu schaden — in unsere Wohnungen gelangen kann, desto besser. Dabei muss aber noch einer Nebenwirkung gedacht werden, die von einschneidender hygienischer Bedeutung werden kann — das Licht befördert die Reinlichkeit.

Der Mensch hat in seiner Natur einen gewissen Trieb zur Reinlichkeit und sucht Stoffe, die nach seiner Erfahrung als unrein zu betrachten sind, aus seiner Umgebung und seinem Gesichtskreis zu entfernen. Zur Ablagerung von Schmutz werden daher immer dunkle, schlecht beleuchtete Winkel ausgesucht. Das Licht ist der Feind der Unreinlichkeit und in dem Maße, in welchem es in den Wohnungen Einkehr hält, gewinnen dieselben an sanitären Eigenschaften.

Wie nun Sonnenschein und Sonnenlicht ihre allgemeinen Wirkungen auf die Gesundheit entfalten, so ist auch die Gesundheit des Auges von der richtig bemessenen Lichtzufuhr abhängig.

Schädigungen des Auges.

Sowohl übergroße Lichtfülle wie Lichtmangel führen Erkrankungen des Auges herbei. Am seltensten tritt der erstere Fall ein und fast durchgehends wird eine Schädigung durch überreichliche Lichtfülle — die Blendung durch das Sonnenlicht hervorgerufen; so z. B. durch directes Betrachten der Sonne mit ungeschütztem oder nur schlecht durch berusste Gläser geschütztem Auge bei Gelegenheit des Verlaufes einer Sonnenfinsternis.

Wir kennen keine Lichtquelle, welche die Intensität des Sonnenlichtes erreicht. Nach Vergleichung von Bouguer und Wollaston muss dieselbe zu mindestens 60.000 Meter-Kerzen angenommen werden und diese Lichtfülle drängt sich auf eine relativ kleine Fläche — die Sonnenscheibe — zusammen. Letztere erscheint uns nur unter einem Winkel von 32°; man darf mit Rücksicht hierauf die Helligkeit (Glanz) der Sonne zu 47mal so groß annehmen, als die Helligkeit des elektrischen Flammenbogens (Bogenlichtes). Die Sonne stellt also den kräftigsten Reiz für die Elemente unserer Netzhaut dar, den es gibt und kann bei directer Einwirkung geradezu ihre Function vernichten.

Die Sehschärfe wird bei der Blendung auf die Hälfte, bis zwei Drittel herabgesetzt und es entstehen Skotome. Auch bei Thieren hat man experimentell die Blendung hervorgerufen (Czerny, Deutschmann), indem man direct das Licht in die Augen fallen ließ und sich dabei überzeugte, dass das Licht nicht etwa die mit ihm vereinigten Wärmestrahlen das schädigende Princip darstellen.

Blendungen durch Licht entstehen bisweilen bei greller Beleuchtung von Schneeflächen — die Schneeblindheit. Starke Lichtscheu und Entzündung der Conjuntiva sind die lästigsten Symtome.

Durch die künstlichen Lichtquellen kommen ernste Blendungen wohl nicht zu Stande, auch für das lichtstärkste Bogenlicht liegen bis jetzt zuverlässige Beobachtungen nicht vor. Bei Heizern, Glasbläsern, Spiegelmachern, Eisengießern wird unter dem chronischen Einfluss grellen Lichtes Entzündung des Sehnerven, wenn schon selten, beobachtet. Grelles Sonnenlicht beim Lesen und Schreiben ermüdet das Auge rasch, lässt in seiner Einwirkung sich jedoch leicht vermeiden.

Viel häufiger als durch Lichtüberfluss sind die Gefährdungen der Gesundheit des Auges durch ungenügende Beleuchtung; namentlich in unseren Wohnungen wird durch die Enge der Räume, die Kleinheit der Fenster, durch das dichte Aneinanderreihen der Häuser in den Städten nicht nur im Allgemeinen der Genuss des Sonnenlichtes, der

Jedem zu Theil werden soll, gehemmt, sondern sehr häufig das Lichtmaß so beschränkt, dass die Arbeiten erschwert, die Augen über Gebür angestrengt, endlich aber durch Myopie dauernd geschädigt werden.

Die Reihenfolge der einzelnen, miteinander aber eng verknüpften zur Myopie führenden Bedingungen und Ursachen ist unschwer zu verstehen.

Bekannt ist, dass die Sehschärfe mit abnehmender Beleuchtung auch beim normalen Auge rasch abnimmt. Unter Sehschärfe versteht man die Fähigkeit der Netzhaut des Auges, räumlich getrennte Objecte in größerer oder geringerer Entfernung vom Auge genau unterscheiden zu können; sie ist also die analoge Function für die Netzhautelemente, wie der Tastsinn für die Haut. Man pflegt nach dem Vorgange von Snellen die Sehschärfe als normal = 1 zu bezeichnen, wenn die als getrennt zu erkennenden Punkte oder Gegenstände, mit dem optischen Mittelpunkt des Auges durch Linien verbunden, einen Winkel von einer Minute umfassen, das Netzhautbild hat dann die Länge von 0·004 *mm*.

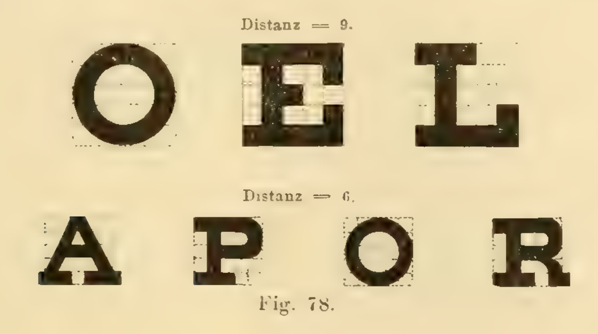


Fig. 78.

Diese Länge entspricht etwa dem Abstande zweier Zapfen der Macula lutea, welche die Endorgane des Sehnerven darstellen. Zur Feststellung der Sehschärfe benützt man nun Gegenstände verschiedener Größe, welche in bestimmter Entfernung vom Auge, unter einem Winkel von einer Minute erscheinend, genau erkannt werden müssen. Am häufigsten Verwendung finden die Buchstaben, welche Snellen in Tafelform bringt.

Die Snellen'sche Tafel besteht aus sieben Reihen verschieden großer Buchstaben. In der Regel werden die großen Buchstaben des lateinischen Alphabets benützt. Hierbei sind die Buchstaben je einer Reihe alle gleich hoch und alle Striche sind gleich dick. Über jeder ist die Maximaldistanz (*D*) in Metern angegeben, in welcher sie von dem gesunden Auge eines Erwachsenen noch deutlich wahrgenommen werden soll; es entspricht das einem Sehwinkel von fünf Minuten. Die unterste ist z. B. überschrieben *D* (Distanz) = 6, soll also bis auf 6 *m*, die zweitunterste, welche *D* = 9 überschrieben ist, bis auf 9 *m* gelesen werden können. Zur Erläuterung sind einige Buchstaben dieser beiden Reihen in der richtigen Größe (Fig. 78) dargestellt. Die Liniendicke ist ein Fünftel der Höhe, erscheint sonach unter einem Winkel von einer Minute. Für Analphabeten verwendet man eine nach dem gleichen Princip hergestellte Häckchen-Tafel. (Snellen.) Die Abnahme der Seh-

schärfe mit abnehmender Helligkeit zeigt nun (nach Mittelwerten) folgende Gesetzmäßigkeit (Meyer, Aubert, Albertotti)

bei	einer	Intensität	des	Lichtes	1	ist	*Sn*	60	wahrnehmbar auf	60	*m*	Entf.
"	"	"	"	"	1/4	"	"	"	"	38	"	"
"	"	"	"	"	1/8	"	"	"	"	27	"	"
"	"	"	"	"	1/16	"	"	"	"	17	"	"

In noch rascherem Verhältnis soll die Sehschärfe bei Kurzsichtigen und alten Personen sinken (Carp, Dörinkel).

So muss man also bei ungenügender Beleuchtung, wenn wir ein deutliches Bild eines Objectes erhalten wollen, näher an dasselbe herantreten oder, wenn wir beim Lesen und Schreiben das Object in unserer Nähe haben, näher mit dem Auge heranrücken. Dabei wird aber eine Accommodationsanstrengung nothwendig.

Wir machen das genäherte Bild lichtstärker und größer, bis der verminderten Sehschärfe Genüge geleistet ist. Da bei dem Nahesehen die Sehachsen convergieren, so treten außer dem Accommodationsmuskel (tensor chorioideae) auch die musculi recti interni in Thätigkeit.

Die wiederholte und langdauernde Inanspruchnahme der Accommodation führt namentlich bei jugendlichen Augen zu Störungen. Accommodationskrämpfe und Myopie sind die nächsten Folgeerscheinungen. Den Myopen kann dann weiters eine Herabsetzung der Sehschärfe befallen und schließlich sind Glaskörpertrübungen, Blutungen und Ablösung der Netzhaut nicht ausgeschlossen. Besonders sind die bei Schülern eintretenden Schädigungen des Auges von Wichtigkeit (siehe Schulhygiene). Die Vermeidung der Myopie liegt nicht nur im Interesse der Hygiene, sondern im Interesse des Staates. Ein stark myopisches Auge ist ein krankes Auge, es setzt vielfach die Erwerbsfähigkeit herab. Die Myopie lässt sich vermeiden, wenn die Überanstrengung des Auges unterbleibt und für gute Beleuchtung gesorgt wird.

Die Sonnenscheinzeit.

Nach zwei verschiedenen Richtungen hin muss also das Sonnenlicht genügen, einerseits soll seine Fülle ausreichend sein, um uns hinsichlich des allgemeinen Lichtbedürfnisses zu befriedigen und andererseits soll die Lichtmenge jenes Maß innehalten, welches der Gesundheit des Auges förderlich ist.

Was aber bezüglich des allgemeinen Lichtbedürfnisses die ausreichende Lichtmenge sei, ist schwer zu sagen, auch wenn man von den individuellen Wünschen und Forderungen ganz absehen wollte. Doch wird es nicht ohne Bedeutung sein, die Momente zu betrachten, von denen der Sonnenschein abhängig ist und ferner zu erörtern, wie sich in mittleren Breiten die Sonnenscheinmenge verhält, weil in letzterer Thatsache wenigstens ein Fingerzeig für unser Lichtbedürfnis gegeben ist.

Die Sonnenlichtmenge, welche einem Orte zufließt, ist zunächst abhängig von der Intensität der Sonnenstrahlung und der Entfernung der Erde von der Sonne. So befindet sich die Erde während des Sommers der südlichen Halbkugel in der Sonnennähe (Perihel), während des Sommers der nördlichen Halbkugel aber in der Sonnenferne (Aphel);

die Intensität der Strahlung muss demnach im ersten Falle größer sein als im letzten. Weiters hängt die Intensität von dem Sinus der Sonnenhöhe ab. d. h. von dem Hoch- oder Tiefstand der Sonne und von der Größe der Absorption, welcher die Lichtstrahlen in der Atmosphäre unterliegen. Nach Bouguer und Trépied wird diese zu 12 bis 19 Procent der gesammten Lichtmenge angenommen. Die Höhenlage eines Ortes wird also, weil die Dicke der von den Lichtstrahlen zu durchbrechenden Schicht von ihr bestimmt wird, auch ihren Einfluss auf die Lichtmenge üben.

Die Lichtmenge hängt dann ferner noch von der Schwankung der Tageslänge ab. Nicht ohne Bedeutung ist die „Dämmerung", welche uns wesentlich mehr Licht zuführt, als ohne die Lichtbrechung der Atmosphäre uns zukäme. Besonders für hohe Breiten ist dieser Umstand nicht außer Acht zu lassen.

Im Allgemeinen ist die Vertheilung des Lichtes auf der Erdoberfläche weit regelmäßiger als jene der Wärme, weil ja das Licht nicht, wie erstere, durch Winde und Meeresströmungen in der räumlichen Ausdehnung gestört wird. Wesentlich modificierend tritt nur die Bewölkung auf und wenn diese gewissen Gesetzmäßigkeiten unterliegt (s. z. B. die Isonephenkarte S. 112), so gilt das auch für die Lichtzufuhr.

Für die Beurtheilung der Quantität des einem Orte zufließenden Lichtes ermangeln wir noch im Allgemeinen der directen Messung und begnügen uns mit allerlei indirecten Angaben, wie der Anzahl der bewölkten Tage und sonnenhellen Tage, der Bestimmung, welch' ein Bruchtheil des Himmels von Wolken eingenommen ist, endlich der Angabe der Anzahl der Sonnenscheinstunden. In letzterem Falle werden durch gewisse Instrumente die Zeiten des Sonnenscheines (selbstregistrierend) gemessen. Eine annähernde Vorstellung werden die nachstehend für Wien für die verschiedenen Monate erhaltenen Zahlen bieten, denen für einzelne Monate noch nach directen Messungen von Weber (für Breslau) die Helligkeit zur Mittagszeit nach exacter Beobachtung ausgedrückt in Meterkerzen, beigefügt ist. Eine Meterkerze gibt jene Helligkeit an, welche man an einer Fläche wahrnimmt, wenn letztere in 1 *m* Entfernung gegenüber einer (Normal-) Kerze aufgestellt ist.

	Zeit des Sonnenscheins für den Monat in Stunden	In Procenten der Tageslänge	Mittlere Intensitat in Meterkerzen	
			für rothes Licht	für grünes Licht
December	51·4	20	3834	11549
Januar	86·1	31	6875	20447
Februar	100·8	35	—	—
März	141·8	38	—	—
April	140·3	34	—	—
Mai	221·4	47	—	—
Juni	234·7	49	51802	151·233
Juli	290·1	60	37309	109·230
August	212·5	48	—	—
September	156·9	42	—	—
October	69·3	21	—	—
November	65·9	24	—	—

Der lichtärmste Monat ist sonach der December mit nur 51 Stunden Sonnenschein, welche nur 20 Procent der möglichen Sonnenscheinstunden darstellen. Die Lichtintensität ist dabei sehr gering. Der lichtreichste Monat ist der Juli, der mit 290 Sonnenscheinstunden 60 Procent der möglichen Sonnenscheinzeit uns unverkümmert lässt.

Das intensivere Licht fällt freilich in den Monat vorher. Die Lichtmengen vertheilen sich also recht ungleich über das Jahr. Mancher klimatische Curort dürfte der Heiterkeit des Klimas in nicht geringerem Grade seine Erfolge verdanken, als den anderen auf die Gesundheit wirkenden Factoren.

Das Sonnenlicht stellt ein Capital dar, das zu mehren wir nicht in der Lage sind; aber seiner Verwendung und Nutznießung sollten wir die größtmöglichste Aufmerksamkeit zuwenden.

Das Sonnenlicht nimmt an einem heiteren Tage von dem Aufgange der Sonne bis zur Mittagszeit an Helligkeit zu, um von da bis zum Sonnenuntergang wieder abzusinken; bei bewölktem Himmel jedoch sind die Schwankungen in der Intensität ganz plötzliche, von vielen tausend Meterkerzen sprungweise sich ändernd. Die Störungen durch diese Intensitätsschwankungen sind im Allgemeinen erstaunlich geringe, solange nur die untere Grenze der Schwankungen nicht unter jenes Lichtmaß sinkt, welches wir zur deutlichen Wahrnehmung von Gegenständen für nothwendig erachten.

Das Sonnenlicht, dessen wir uns freuen, ist nicht mehr die unmittelbare Sonnenstrahlung, es ist nicht nur durch die Absorption quantitativ, sondern qualitativ geändert. Die Atmosphäre absorbiert besonders die kurzwelligen Strahlen (Langley) gegen das blaue und violette Ende des Spectrums und könnten wir die Sonne unmittelbar betrachten, so würde sie uns blau erscheinen müssen.

Das Minimalmaß der Beleuchtung.

Wie groß die Helligkeit im Allgemeinen sein muss, um Störungen des Auges zu vermeiden, hängt ganz und gar von der Art der Thätigkeit ab, welcher man sich hingibt. Um die gröberen Hindernisse eines Weges zu vermeiden, dazu gehört nur eine sehr geringe Helligkeit, wie sie in heiteren Nächten durch das Sternenlicht erzeugt wird; das Licht des Vollmondes ermöglicht bereits eine ziemlich rasche und genaue Orientierung. Der Lastträger, der Holzhauer, der Fuhrmann u. s. w. können noch lange thätig sein, nachdem ein Uhrmacher, Schriftsetzer, der Schreiber längst haben ihre Thätigkeit einstellen müssen. Die Lichtmenge wird also abhängig sein von der Größe der Gegenstände, mit denen man sich zu beschäftigen hat, von der Farbe des Objectes, von der Geschwindigkeit, mit welcher die Objecte wahrgenommen werden sollen. Wir wissen nun leider in der That noch wenig über das Mindestmaß an Licht, welches in den Einzelbetrieben als nothwendig erachtet wird.

Nur bezüglich des Lesens und Schreibens, Beschäftigungen, welche zumeist zur Entwicklung der Myopie Veranlassung geben, wissen wir nach darüber angestellten Messungen, dass man bequem liest, wenn die Helligkeit 50 Meterkerzen entspricht (Cohn) und dass noch intensivere Beleuchtung keine Erleichterung der Arbeit verschafft. Aber schon von 10 Meterkerzen bis 50 ist der Gewinn an Erleichterung der Arbeit ein sehr mäßiger und rechtfertigt in den meisten Fällen ein Hinausgehen über die Lichtmenge von 10 Meterkerzen nicht.

Freie Lage eines Hauses vorausgesetzt, lässt sich in den Wohnräumen ausreichende Helligkeit für den größten Theil der Sonnenscheinzeit er-

reichen, wenn die freie Fensterfläche (die Fensterkreuze abgerechnet) in einem bestimmten Verhältnisse zur Bodenfläche steht und erstere zur letzteren wie 1 : 5 sich verhält. Nur zu häufig beschränken aber in den Städten naheliegende andere Gebäude den freien Einfall des Lichtes. In den Schulen sollte jeder Schüler von seinem Platze aus noch ein Stück des Himmels sehen können und mindestens 30 *cm* Höhe der oberen Fensterscheibe für den Einfall des Sonnenlichtes oder diffusen Himmelslichtes frei bleiben.

In neuerer Zeit wird die für den Einfall des diffussen Himmelslichtes gegebene Fläche mit dem Weber'schen Raumwinkelmesser bestimmt. Derselbe besteht aus einer Linse, welche vor einem weißen in kleine Quadrate (à 4 *mm*²) getheilten Schirme fixiert ist. Ein gegenüberliegendes Fenster wirft durch die Linse das verkleinerte Bild auf den Schirm und nun lässt sich auszählen, wie viele Quadrate durch die Fläche des Himmels eingenommen werden. Man hält 50 Grade (Quadrate) des Raumwinkelmessers für eine gute Beleuchtung des Raumes, da dabei für einen großen Theil des Tages **10 Meterkerzen Helligkeit erreichbar sind.** (Weber, Cohn.)

Wesentlich vermindert wird die Lichtmenge nicht selten durch Fensterkreuze, unzweckmäßig angebrachte Vorhänge u. dgl. Auch das Fensterglas absorbiert und reflectiert immer einen Theil des einfallenden Lichtes. Betrachtet man das einfallende Licht mit Rücksicht darauf, dass es meistens zum Lesen und Schreiben dient, also zur Beleuchtung horizontal liegender Flächen, so treffen auf diese horizontale Fläche die Strahlen der unteren Fensterpartien sehr schief, jene vom oberen Theil des Fenster aber unter größerem Winkel auf. Daraus folgt die Nothwendigkeit, gerade den oberen Theil des Fensters möglichst für den Einfall des Lichtes freizuhalten; die obere Hälfte eines Fensters liefert dem Schreibenden weit mehr Licht als die untere.

Ein großer Theil des Lichtes in den Wohnräumen ist reflectiert und schlecht gelegene Räume in engen Höfen empfangen nur reflectierte Strahlen. Am wenigsten Licht wird durch hellgrünen oder hellgelben Anstrich verloren.

In südlichen Ländern, in welchen man durch enge Bauart der Straßen das Eindringen der sengenden Sonnenglut in die Wohnräume zu vermeiden strebt, benützt man häufig, um Licht zu gewinnen, Reflectoren aus Weißblech oder Leinwand, welche an den Fenster angebracht von den senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen getroffen werden.

Die Beleuchtung unserer Wohnräume ist meist eine ungenügende, weil, um Brennmaterial im Winter zu sparen, die Fensterfläche zu klein bemessen und, wie schon erwähnt, durch benachbarte Gebäude der Lichtgenuss verkümmert wird. Freilich treten die Übelstände der Beleuchtung erst dann stark hervor, wenn Personen an bestimmte Plätze bei ihrer Arbeit angewiesen sind, wie in Schulen und Fabriken, und wenn man aus Mangel an künstlicher Beleuchtung oder wegen der Nothwendigkeit das Tageslicht zu verwenden, an eine möglichst langgedehnte Ausnützung des Tageslichtes angewiesen ist.

Bisweilen kann auch die Sonnenbeleuchtung durch zu grelles Licht unbequem werden, wenn man sich nämlich mit Objecten zu beschäftigen hat, welche viel Licht reflectieren. So verhält es sich beim Lesen, Schreiben, Zeichnen u. s. w.; die weißen Flächen erlangen zu bedeutende Helligkeit. Die Beseitigung dieses Übelstandes bereitet in der Regel keinerlei Schwierigkeiten, weil durch Jalousien oder Vorhänge

das Licht beliebig gedämpf werden kann. Am günstigsten wirken Vorhänge aus ungebleichter Leinwand. Es wird vorgeschlagen, dieselben nicht wie bisher am oberen Fensterrand zu befestigen und herabzulassen, sondern umgekehrt dieselben zur Verminderung des Einfalles der Sonnenstrahlung von unten nach oben gehend zu schließen.

Nordfenster haben bezüglich der Gleichheitlichkeit der Beleuchtung entschiedene Vorzüge vor den übrigen der directen Bestrahlung ausgesetzten Ost-, West- und Südseite.

Die künstliche Beleuchtung.

Die gesteigerten Anforderungen und erschwerten Erwerbsverhältnisse zwingen die Menschen ihre Arbeitszeit über Sonnenuntergang hin auszudehnen und vor Sonnenaufgang sie zu beginnen; die künstliche Beleuchtung tritt an die Stelle des mangelnden Sonnenlichtes. Die künstliche Beleuchtung ist eine Errungenschaft der Cultur und man kann die Entwickelung der ersteren geradezu als einen Maßstab derselben bezeichnen. Namentlich den Bewohner rauher Klimate mit langen Winternächten macht sie in gewissem Sinne unabhängig von der Sonnenbeleuchtung.

Die künstliche Beleuchtung wird aber vielfach missbraucht durch die sich steigernde Unsitte, die Arbeitszeit unnöthigerweise gegen den Abend hin zu verschieben, während die frühen Morgenstunden mit herrlichem Sonnenschein verschlafen werden. Man sollte Tageslicht verwenden, wo es geht und die künstliche Beleuchtung stets nur als das nicht vollwertige Ersatzmittel der natürlichen betrachten und verwenden. Durch die verschwenderische Benützung der künstlichen Beleuchtung werden Millionen, die anderen Zwecken nutzbar werden könnten, verschleudert.

Keine der künstlichen Beleuchtungsmethoden vermag das Sonnenlicht in allen seinen Wirkungen zu ersetzen und viele derselben erzeugen stets geringere oder größere Nachtheile für die Gesundheit; ja sie können sogar durch mancherlei Nebenwirkungen geradezu das Leben bedrohen.

Die künstlichen Lichtquellen lassen sich in zwei principiell verschiedene Gruppierungen zusammenfassen:

1. Licht entsteht aus der Umwandlung chemischer Spannkräfte in Wärme, wobei ein Erglühen fester Partikelchen, namentlich des Kohlenstoffs stattfindet, Sauerstoff verzehrt wird, und Verbrennungsproducte entstehen.

In diese Gruppe gehören alle festen Leuchtstoffe: wie Talg, Stearin, Wachs, Walrath, Paraffin (Magnesium), dann flüssige Leuchtstoffe: Öle, Thran etc., Rüböl, Raps, Baumöl (aus den Pflanzenreich), das Mineralöl, Petroleum und dessen Abkömmlinge (ferner Alkohol, bei Arbeiten in comprimierter Luft); endlich gasförmige Leuchtstoffe; die verschiedenen Leuchtgassorten (Holz-, Torf-, Kohlen-, Wassergas u. s. w.).

Im Drummond'schen Kalklicht, im Platingas und Gasglühlichte ist der Kohlenstoff durch andere zum Leuchten erhitzte Stoffe, wie Kalk, Platin oder Erdsalze, ersetzt.

2. Das Licht kann entstehen durch Umwandlung von Elektricität in Wärme durch Einschaltung eines Widerstandes (Kohlefäden, Luft) in die Leitung des Stromes. Sauerstoffaufnahme ist zur Erzeugung des Lichtes nicht nothwendig; Verbrennungsproducte werden nicht gebildet.

Die Anforderungen, welche von Seiten der Hygiene an die künstliche Beleuchtung gestellt werden müssen, sind im Wesentlichen folgende: Das Licht soll gleichmäßig brennen; flackerndes und unstätes Licht ermüdet rasch das Auge. Das Licht soll seiner Farbe nach dem Auge zusagen; es darf nicht blendend sein und dadurch die Wahrnehmung schwächer beleuchteter Gegenstände erschweren. Wärmestrahlung und Wärmeentwickelung dürfen nicht belästigen und keine die Gesundheit gefährdenden Verbrennungsproducte erzeugt werden oder letztere müssen doch auf das geringste Maß reduciert werden. Gefahren, wie sie durch die giftige Natur mancher Leuchtstoffe und durch starke elektrische Ströme entstehen, müssen thunlichst vermieden sein. Die Lichtquantität muss für die vorliegende Aufgabe ausreichend und die Verwendung der Leuchtstoffe soll eine möglichst rationelle sein.

Gerade mit Rücksicht auf die letztgenannten Punkte sind unsere Beleuchtungsmethoden noch äußerst primitiv zu nennen. Sie nützen die zu Leuchtzwecken verwendeten Kräfte äußerst schlecht aus und führen nur einen kleinen Bruchtheil derselben in Lichtbewegung über. Die Hauptmasse der Leuchtstoffe namentlich wie der Kräfte (Elektricität) geht aber nicht nur nutzlos verloren, sondern wirkt sogar störend, wie z. B. die starke Erhitzung und Erwärmung der Räume durch die Beleuchtung oder die Störungen durch strahlende Wärme erweisen. Am klarsten können wir die ungenügende Ausnutzung der Leuchtstoffe wie Leuchtkräfte an einem bestimmten Beispiele darthun.

Das Leuchtgas kann in mannigfacher Weise zu Leuchtzwecken verwendet werden. Man brennt dasselbe in verschieden geformten Brennern direct als Leuchtmaterial oder man kann dasselbe in einer Gaskraftmaschine (Gasmotor) mit atmosphärischer Luft mengen und diese Knallgasmischung durch geeignete Vorrichtungen rhythmisch zur Explosion bringen und durch die Stöße dieser Explosionen den Kolben einer Maschine bewegen. Der Gasmotor wird dann zum Betriebe einer elektrischen Lichtmaschine verwendet und z. B. Bogenlicht erzeugt. Wir erhalten also in letzterem Falle ein Licht, was wir der bei der Verbrennung des Gases gewonnenen lebendigen Kraft verdanken.

Nehmen wir nun an, es werde 1 m^3 Leuchtgas nach verschiedenen eben genannten Methoden zur Lichterzeugung verwendet, so würden wir erhalten (E. Voit, Rubner):

Bei kleinen Illuminationslämpchen	45	Normalkerzen	Helligkeit
„ einem Argandbrenner	70	„	„
„ dem Gasglühlicht (Auer)	160	„	„
„ dem Siemensbrenner	140	„	„
„ elektrischem Glühlicht	110	„	„
„ „ Bogenlichte bis	750	„	„

Man sieht, welch enorme Unterschiede vorhanden sind, und doch muss eine vorurtheilsfreie Überlegung erkennen, wie selbst die Erzeu-

gung von Bogenlicht noch keineswegs die zweckmäßigste Art der Lichtbeschaffung sein kann. Ein großer Theil der Kraft geht ja durch Reibung in dem Gasmotor und der Lichtkraftmaschine für die Elektricitätserzeugung verloren, und wir wissen weiters, dass von der Elektricität wieder nur 26 bis 38 Procent in Licht verwandelt werden können (Peukert). Und doch, welch Gewinn an Licht den älteren Beleuchtungsmethoden gegenüber. Man könnte fast sagen, die letzteren dienten mehr der Beheizung, als der Beleuchtung. Gerade die Methodik der Lichterzeugung ist sonach von wesentlichem Interesse für die Hygiene und außerordentlicher Vervollkommnung fähig.

Beleuchtungsmethoden, welche auf Verbrennungsprocessen beruhen.

Bei fast allen auf Verbrennungsprocessen beruhenden Beleuchtungsmethoden wird das Licht von einer leuchtenden Flamme ausgesandt. Die Form der letzteren ist sehr verschieden, doch lassen sich überall gemeinsame Eigenschaften auffinden. Die Kerzenflamme kann gewissermassen als Typus für die übrigen gelten.

An der frei brennenden Kerzenflamme unterscheidet man den blauen dunklen Kegel, den leuchtenden Flammenmantel und den Schleier der Flamme. Im Schleier der Flamme, der nach außen hin den Flammenmantel umgibt, findet die lebhafteste Verbrennung statt, der dunkle Kegel im Innern zeigt keine Verbrennung, wenn schon sich durch Diffussion in demselben Verbrennungsproducte verbreiten. Becquerel hat im Schleier einer Kerzenflamme die Temperatur zu 1350° C. bestimmt.

Die Vorgänge, welche das Leuchten des Mantels erzeugen, sind Gegenstand lebhafter Discussion gewesen. Davy nimmt an, dass im Mantel die Zersetzung der Dämpfe unter Ausscheidung von Kohlenstoff erfolge. Dieser wird durch die Hitze zum Glühen gebracht und leuchtet; Frankland dagegen nimmt an, dass die Dämpfe selbst leuchtend werden können, wenn sie genügend erwärmt werden.

Für die erste Annahme spricht das Ablagern von Russtheilchen an der unteren Seite eines kalten, rasch in die Flamme gebrachten Gegenstandes, ferner die geringe Leuchtkraft von Gasen und Dämpfen gegenüber festen Partikelchen. Der Einwand Frankland's, bei Anwesenheit von Russtheilchen müsste die Flamme undurchsichtig sein, während man durch eine Gasflamme hindurch, wenn man eine Schrift recht nahe hinter die Flamme hält, ganz bequem lesen kann, ist nicht stichhältig. Man kann doch auch durch eine mit Staub erfüllte Luft oder eine Russwolke hindurch auf weite Strecken Gegenstände noch deutlich wahrnehmen. Für die Hypothese Davy's spricht ferner die Absorption von Strahlen innerhalb einer Flamme. Wenn man eine flache Flamme, wie z. B. eine offen brennende Gasflamme, an ihrer schmalen und breiten Seite bezüglich der Leuchtkraft vergleicht, so ist dieselbe an der flachen Seite etwas größer als auf der Schmalseite, was sich aus einer Absorption von Lichtstrahlen erklärt. Noch eclatanter lassen sich diese Verhältnisse der Absorption für die Wärmestrahlung nachweisen, zumal wie für diese Messungen sehr scharfe Methoden besitzen. Die Wärmeabsorption ist vollkommen abhängig von dem Verhältnis von Breit- zu

Schmalseite und scheint weit größer zu sein, als man erwarten könnte, wenn nur die heißen (also stark verdünnten) Kohlenwasserstoffe der Flamme sich an der Absorption betheiligten (Rubner).

Sonach hätte man also anzunehmen, dass im leuchtenden Mantel die Spaltung der Kohlenwasserstoffe in Kohlenstoff und Wasserstoff statthat und dass ersterer, im Mantel zu Kohlenoxyd und im Schleier zu Kohlensäure verbrennend, die Leuchtkraft der Flamme erzeugt (Kersten).

Die Stoffe, welche zu Beleuchtungszwecken Verwendung finden, sind im Allgemeinen kohlenstoff- und wasserstoffhaltige Verbindungen, in denen theils Kohlenstoff und Wasserstoff zu gleichen Äquivalenten sich finden (oder auf 6 Gewichtstheile Kohlenstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff trifft), theils noch außerdem Sauerstoff im Molekül vorhanden ist. Diese Zusammensetzung zeigt ölbildendes Gas (der Hauptbestandtheil des Leuchtgases), Paraffin, Wachs, Stearinsäure, Petroleum. Wenn mehr an Kohlenstoff vorhanden ist, russen die Flammen. Außerdem kommen noch bisweilen stickstoffhaltige Verbindungen und schwefelhaltige, wie z. B. im Leuchtgas, vor. Doch haben die letztgenannten Verbindungen nur den Charakter nicht vermeidbarer Verunreinigungen.

Die Verbrennungsproducte, welche bei der Beleuchtung entstehen (Rauchgase), sind nahezu dieselben, welche das Brennmaterial in unseren Öfen liefert. Nur kommen unvollständige Verbrennungsproducte viel seltener zur Beobachtung, weil die leuchtenden Flammen meist in einem großen Überschuss an Luft oder mit sorgfältig regulierter Luftzufuhr brennen und für eine vollkommene Verbrennung günstiger zusammengesetzt sind.

Alle Leuchtstoffe erzeugen ohne Ausnahme außer Kohlensäure und Wasserdampf Stickoxyd, welches in Untersalpetersäure, salpetrige und Salpetersäure übergeht; Ammoniak findet sich, und zwar treten die letztgenannten Producte auch auf, wenn die Materialien völlig stickstoffrei sind, durch Oxydation des atmosphärischen Stickstoffs und theilweiser Umwandlung der Oxydationsprodukte. Schwefelverbindungen liefern schwefelige Säure bei der Verbrennung (namentlich Steinkohlengas); manche, wie z. B. die Stearinkerzen enthalten präformirte Schwefelsäure.

Wird aber der Luftzutritt nicht richtig reguliert oder flackert ein Licht, so entstehen qualmende Flammen und unvollständige Verbrennungsproducte, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd, bei manchen Fettsäuren, Russ. Talglichter liefern durch Verbrennung des Glycerins bei dem Glimmen des Dochtes das die Augen angreifende Acroleïn.

Von Wesenheit auf die Leuchtkraft der Flammen, d. h. auf die von der Gewichts- oder Volumeneinheit gelieferte Lichtmenge, ist der Luftdruck; bei hohem Druck wird die Leuchtkraft erhöht; in comprimierter Luft z. B. brennt Alkohol mit leuchtender Flamme, und Flammen, welche bei gewöhnlichem Luftdruck hell leuchten, beginnen zu russen. Verminderung des Luftdruckes vermindert die Leuchtkraft. Eine Flamme, welche in London, das fast im Niveau des Meeres liegt, 100 Lichteinheiten liefert, erzeugt bei dem wesentlich geringeren Luftdrucke in München nur 91; in der sehr hoch gelegenen Stadt Mexiko nur 61 Lichteinheiten. Die Ursache dürfte in dem erleichterten Zutritt der atmosphärischen Luft bei niedrigem Luftdruck und dadurch bedingter zu lebhafter Verbrennung zu suchen sein.

Die Leuchtkraft hängt ferner wesentlich von der Temperatur der Flammen ab. schwach erhitzte Kohlepartikelchen liefern nur rothe Strahlen, stark erhitzte aber blendend weißes Licht. Alles, was im Stande ist, die Flammentemperatur zu erhöhen, steigert die Leuchtkraft; deshalb erhöht man künstlich die Temperatur der Luft, welche zur Flamme strömt. Ferner ist das Verhältnis der Menge der Verbrennungsluft zur Menge der verbrannten Substanz von Einfluss auf die Leuchtkraft.

Der Effect, den die verschiedenen Brenner, Lampen u. s. w. erzielen, beruht wesentlich auf der Zweckmäßigkeit der Regulierung von Brennmaterial und Luft, sowie in der Zuführung vorgewärmter Luft zur Verbrennung.

Die Leuchtkraft wird sehr wesentlich noch von der Natur der zu Leuchtzwecken verwendeten Substanz bestimmt.

Die Kerzen- und Lampenbeleuchtung.

Äußerst primitive Beleuchtungsformen sind die Verwendungsarten fester Leuchtstoffe; die einzelne Lichtquelle bei Talg, Stearin, Wachs, Walrath-, Paraffinkerzen ist gering, von 0·7 bis 2 oder 3 Normalkerzen Helligkeit; das Licht ist unruhig, flackernd, liefert bisweilen reichlich unvollständige Verbrennungsproducte. Die Stearinkerzen verunreinigen die Luft mit Schwefelsäure, welch' letztere von der Darstellung her in ihnen abgelagert ist. Die Helligkeit schwankt bei den Kerzen fortwährend, am bedeutendsten bei den mit schlechtem Docht versehenen Talgkerzen. Paraffin hat die höchste, Stearinsäure und Talg die kleinste, Wachs eine mittlere Leuchtkraft. Die Leuchtkraft ist übrigens auch von der Größe der Flamme mit abhängig. Es ist rationeller, eine Kerzenflamme von zwei bis drei Kerzen Helligkeit zu brennen, als zwei oder drei einzelne Kerzen zu je einer Normalkerze Helligkeit; im letzteren Fall verbrennt man mehr Material (bei gleicher Helligkeit) als im ersten Fall.

Eine wesentliche Verbesserung der Beleuchtungseinrichtung war der Übergang zur Verwendung von flüssigen Leuchtstoffen und deren Verbrennung in Lampen mit Zugcylinder. Frei brennende Flammen fester oder flüssiger Leuchtstoffe liefern ohne zu russen kaum mehr als zwei bis drei Kerzen Helligkeit; es muss also, wenn man eine zweckmäßige Verbrennung größerer Mengen des Leuchtstoffes erreichen will, die Luftzufuhr besonders reguliert werden. In diesem Sinne mehrend für die Luftzufuhr wirken die Zugcylinder wie Schornsteine. Indem sie aber noch außerdem die Luftbewegung zu einer dauernd verticalen machen und seitliche Strömungen ferne halten, erzielen sie auch eine stetige und ruhige Flamme und damit eine vollkommene Verbrennung. Sie stellen also auch ein Mittel zur Luftverbesserung dar.

Der Verbrauch an Material (für die gleiche Helligkeit gerechnet) ist bei der Lampenbeleuchtung für die gleiche Helligkeit wesentlich vermindert. Die Stärke der einzelnen Lichtquelle ist oft eine sehr bedeutende.

Die einzelnen Lampen unterscheiden sich freilich wesentlich in ihrer Zweckmäßigkeit je nach der Art des Brenners (Flachbrenner, Rundbrenner, Duplexbrenner), je nach der Art des Leuchtmaterials, der Luftzufuhr u. s. w. Größere liefern zwischen 15 bis 25 Normalkerzen Helligkeit für die Flamme; neuerdings stellt man aber auch Petroleumlampen für 100 Kerzen Helligkeit und darüber her.

Der häufigste fast ausschließliche Leuchtstoff ist zur Zeit das Petroleum oder Erdöl. Die natürlich vorkommenden Erdöle sind nicht direct zu Leuchtzwecken zu gebrauchen. Sie sind ein bald dickes, bald dünnflüssiges Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, von denen einige schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig sind, andere selbst bei mittleren Temperaturen noch fest bleiben.

Das zu Leuchtzwecken zu verwendende Petroleum muss raffiniert, d. h. durch fractionierte Destillation und nachfolgende Behandlung der Destillationsproducte mit Natron, Schwefelsäure und Wasser von den leicht flüchtigen und explosionsgefahrbringenden Kohlenwasserstoffen befreit werden.

Bei der Destillation werden folgende Producte erhalten:

Rhigolen destilliert unter 37·7°, hat ein specifisches Gewicht von 0·60, das des Wassers = 1 gesetzt. Es wirkt betäubend und findet als Anästheticum Anwendung.

Petroleumäther, Siedepunkt zwischen 40 bis 70° und specifisches Gewicht von 0·65 bis 0·66, löst Harz und Kautschuk.

Gasolin, Siedepunkt 90°, specifisches Gewicht 0·66 bis 0·69. Dient zum Carbonieren von Leuchtgas, zum Wollentfetten und zur Extraction von Ölsamen.

Petroleumbenzin, siedet bei 80 bis 110°, hat ein specifisches Gewicht von 0·60 bis 0·70°, löst Fette.

Ligroin, siedet bei 80 bis 120°, specifisches Gewicht 0·71 bis 0·73, wird in besonders construierten Lampen zur Beleuchtung verwendet.

Putzöl, siedet bei 120 bis 170°, hat ein specifisches Gewicht von 0·72 bis 0·75, dient zum Putzen von Metall.

Raffiniertes Petroleum, siedet bei 200°, specifisches Gewicht 0·81.

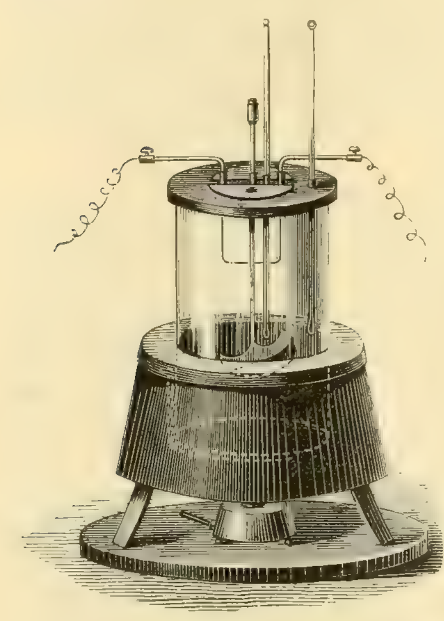
Petroleum, das nicht sorgfältig gereinigt oder aus gewinnsüchtiger Absicht mit den billigeren, bei niedrigerer Temperatur flüchtigen Kohlenwasserstoffen versetzt wurde, bedingt Explosionsgefahr. Kommt solches Petroleum in die gewöhnliche Petroleumlampe, so nimmt es leicht Dampfform an, da die Wärme, welche die Lampe durch den Beleuchtungsprocess erwirbt, genügt, um jenen Theil des Petroleums, der aus flüchtigen Kohlenwasserstoffen besteht, zu verdampfen. Die Dämpfe vermischen sich mit der in der Lampe befindlichen Luft und sobald sie mit der Flamme in Berührung kommen, entsteht eine Explosion, welche den Ölbehälter zertrümmert und das brennende Petroleum nach allen Richtungen schleudert.

Außer dieser großen Feuergefährlichkeit ist solches Petroleum noch insofern bedeutsam, als die beigemischten leichteren Kohlenwasserstoffe nicht vollständig verbrennen und die Luft im Zimmer mit brenzlichen Producten, auch mit Kohlenoxyd erfüllen, wodurch die Anwesenden von Kopfschmerz, Schwindel u. s. w. befallen werden.

Da ein mit leichteren Kohlenwasserstoffen gemischtes Petroleum ein umso geringeres specifisches Gewicht als 0·75 hat, je mehr es davon enthält, so wird ihm zur Verdeckung des Betruges meistens noch ein schwereres Öl oder ein Harzöl zugesetzt, um das ursprüngliche specifische Gewicht wieder herzustellen. Es bietet deshalb das richtige spe-

cifische Gewicht allein durchaus keine Gewähr für die Reinheit des Öls, es muss vielmehr noch nach fremden Ölen geforscht und die Entflammungs-, beziehungsweise Entzündungstemperatur bestimmt werden.

Zur Prüfung des Petroleums auf fremde Öle vermischt man in einem trockenen Reagensglas gleiche Volumina Petroleum mit concentrierter Schwefelsäure, welches Gemisch man schüttelt. Ist das Petroleum rein, so wird sich die Mischung höchstens um 5° erwärmen und in der Ruhe scheidet sich das Petroleum als gelbliche oder schwach bräunliche Flüssigkeit aus der Schwefelsäure aus. Bei Gegenwart fremder Öle aber erhitzt sich die Mischung bedeutend, oft auf 20 bis 40° und mehr, und die Petroleumschicht ist braun gefärbt durch die eintretende Verkohlung der Öle. Mit Harzöl versetztes Petroleum schwärzt sich beim Vermischen mit einigen Tropfen salpetersaurer Silberlösung reines Petroleum zeigt diese Erscheinung nicht.


Fig. 79.

Die niedrigste Temperatur, bei welcher sich die Entwickelung von Dämpfen aus dem Petroleum durch deren Entflammung nachweisen lässt, ist der Entflammungspunkt. Wesentlich höher (um 5 bis 12° C.) liegt die Grenze, bei welcher das Petroleum mit blauer gelbgesäumter Flamme zu brennen beginnt — der Entzündungspunkt.

Zur Beurtheilung des Petroleums bedient man sich meist der Bestimmung des Entflammungspunktes; für Österreich ist der Entzündungspunkt maßgebend und auf 33° R. festgesetzt.

Sehr verschiedene Apparate stehen zur Bestimmung des Entflammungspunktes zur Verfügung; das nämliche Petroleum ergibt bei Anwendung verschiedener Apparate auch verschiedene Entflammungspunkte, weshalb bei den betreffenden Angaben stets genannt sein muss, mit welcher Methode die Zahlen gewonnen sind.

Viel verwendet war früher der Apparat von Engler (Fig. 79). Derselbe besteht aus einem Wasserbade, auf dem sich ein Deckel mit rundem Ausschnitt befindet, in welchen wieder ein circa 10 *cm* weites und 14 *cm* hohes gläsernes Wasserbad, welches auf einem Drahtkreuze ruht, hineinpasst. In diese wird das ebenfalls gläserne Petroleumgefäß (5·5 *cm* weit und 10 *cm* tief) hineingehängt; das gläserne Wasserbad und das Petroleumgefäß sind mit Thermometer versehen. Im Petroleumcylinder befindet sich ein Rührwerk, welches in einem auf- und abbewegbaren Schieber besteht und eine Marke hat, bis zu welcher das Petroleum einzuführen ist. Er trägt einen Messingdeckel, welcher in der Mitte durch eine Charnier getheilt ist und in zwei Klappen aufspringt, sobald eine Explosion im Innern des Gefäßes stattfindet. Die Entzündung wird bewirkt durch zwei Platinanoden, welche von einem Chromsäure-Element mit Inductionsapparat ausgehen. Die Platinspitzen sollen sich in einer Entfernung von 5 bis 6 *mm* über dem Niveau des Petroleums und mindestens 1 *mm* aus einander befinden. Die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Petroleum darf höchstens 3° betragen; letzteres muss vom Wasser vollständig umhüllt sein. Man lässt, sobald die Temperatur auf 20° gestiegen ist, von Grad zu Grad den Funken 0·5 bis 1 Secunde lang überspringen, bis sich durch das Aufschlagen der Deckel die erste Explosion zu erkennen gibt. Inzwischen ist das Petroleum zur Ausgleichung der Wärmeströme vorsichtig durchzurühren.

Am gebräuchlichsten ist jetzt der Petroleumprüfer von **Abel**, welcher sowohl in England als in Deutschland zu Untersuchungszwecken verwendet wird; er hat folgende Einrichtung:

In Fig. 80 ist ein kupferner, auf eisernem Dreifuß sitzender, cylindrischer Mantel; in denselben ist das aus den beiden kupfernen Cylindern *BB* und *CC* bestehende Wasserbad so eingesetzt, dass dasselbe, während es unten auf dem eisernen Ringe *gg* aufsitzt mit der aufgelötheten runden Kupferplatte *KK* zugleich den Mantel *D* oben abschließt. *E* ist die Spirituslampe zum Erwärmen, *f* ein Trichter zum Füllen des Wasserbades *e* ein in dasselbe eingesetztes Thermometer. In der Mitte der Kupferplatte *KK* befindet sich eine kreisförmige, zur Verhinderung der Wärmeleitung mit einer Erweiterung eingefasste Öffnung, in welche der aus Messing gefertigte Petroleumbehälter *A* in den lufterfüllten Hohlraum *H* des Wasserbades herabhängend, eingesetzt wird.

Dieser Petroleumbehälter *A* trägt im Innern eine Einfüllmarke *a* und ist durch einen dicht schließenden Deckel abgeschlossen, durch welchen das Thermometer *b* bis ins Innere hinabreicht; auf dem Deckel ist ferner noch, in zwei Stützen um eine horizontale Achse beweglich, das kleine mit verlängerter Schnauze versehene Öllämpchen *c* aufgehängt; schließlich befinden sich im Deckel noch drei rechteckige Öffnungen — eine in der Mitte, von 10 : 13, und zwei von je 5 : 7 *mm* — welche durch einen mit entsprechenden Ausschnitten versehenen Schieber *d* geschlossen und geöffnet werden können. Beim Aufziehen des Schiebers wird nun durch einen an demselben sitzenden Stift das bewegliche Lämpchen *c* so auf die Seite gekippt, dass seine Schnauze gerade bis auf die mittlere frei werdende Öffnung des Deckels hinabreicht; beim Zurückschieben des Schiebers kehrt, gleichzeitig mit dem Schließen der Deckelöffnungen, das Lämpchen wieder in seine aufrechte Lage zurück.

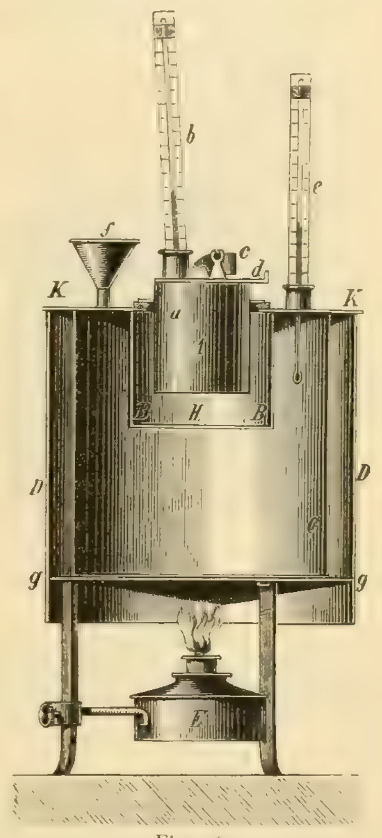


Fig. 80.

Nach der deutschen Verordnung vom 24. Februar 1882 wird bestimmt, dass ein Petroleum, welches unter einem Barometerstande von 760 *mm Hg* schon bei einer Erwärmung von weniger als 21° C. entflammbare Dämpfe entweichen lässt, nur unter auffälliger Bezeichnung der Gefäße als feuergefährlich verkauft werden darf. Die Prüfung muss gleichfalls mit dem etwas modificierten Abel'schen Petroleumprüfer vorgenommen werden.

Der Abel'sche Apparat in der im Deutschen Reich eingeführten verbesserten Gestalt (Fig. 81) besteht aus folgenden Theilen: 1. dem Petroleumgefäß *G*; 2. dem Gefäßdeckel *D* mit Drehschieber *S* und Zündvorrichtung *l*; 3. dem auf dem Deckel befestigten Triebwerk mit *T*, Hilfe dessen die Zündvorrichtung *e* in dem vorschriftsmäßigen Zeitverlauf in Wirksamkeit tritt; 4. dem Wasserbehälter *W*, in welchem das Petroleumgefäß eingehängt wird; 5. dem Dreifuß *F* mit Umhüllungsmantel *U* und Spirituslampe *L* zur Erwärmung des Wasserbades; dem in das Petroleumgefäß einzusenkenden Thermometer t_1; 7. dem in den Wasserbehälter einzusenkenden Thermometer t_2.

Das aus Messing hergestellte und innen verzinnte Petroleumgefäß *G* ist im Wesentlichen dasselbe geblieben, wie dasjenige des englischen Apparates; auch der Deckel hat

im Ganzen seine frühere Gestalt beibehalten, mit Ausnahme einer Vorrichtung, welche vorzugsweise zur Aufnahme des beim englischen Apparate nicht vorhandenen Triebwerkes T dienen soll. Ferner ist der Schieber in einen Drehschieber umgewandelt worden. Bei dem für Deutschland bestimmten Apparat besteht die Zündvorrichtung aus einem Petroleumlämpchen l mit der Dochthülle d: sie steht senkrecht zur Drehachse und ist auf die Wand des Lampenkästchens etwas seitwärts der Mitte aufgesetzt.

Das Triebwerk T ist dazu bestimmt, selbstthätig eine langsame und gleichmäßige Bewegung des Drehschiebers S zu bewirken und derartig zu regulieren, dass die nach und nach erfolgende Aufdeckung der Löcher O_1, O_2 und O_3 gerade in zwei vollen Zeitsecunden beendet ist und das, nachdem dies geschehen, der Schieber S schnell wieder in seine Anfangslage zurückgeführt wird und die Löcher schließt.

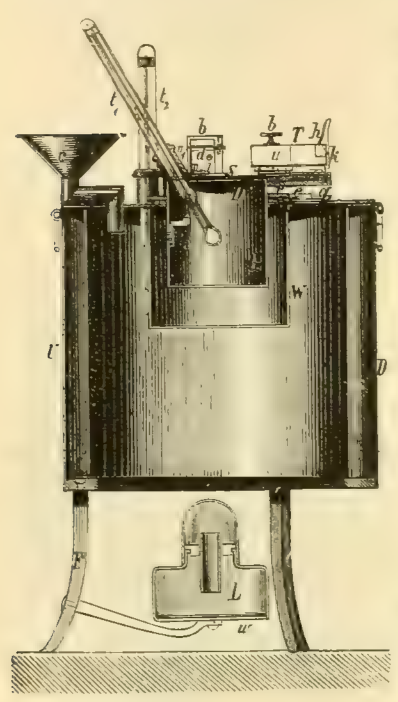


Fig. 81.

Wasserbad und Dreifuß haben Modificationen nicht erlitten. Das in das Petroleumgefäß einzusenkende Thermometer t, welches zur Bestimmung der Entflammungstemperatur dient, ist in halbe Grade Celsius eingetheilt, die Theilung reicht von + 10 bis mindestens + 35° C., das Thermometer des Wasserbades enthält ganze Celsiusgrade von 50 bis 60°; bei 55° C. ist der Theilstrich roth eingelassen.

Bei Beginn der Untersuchung wird der Stand des Barometers in ganzen Millimetern abgelesen und auf Grund desselben aus nachfolgender Tafel derjenige Wärmegrad ermittelt, bei welchem das Proben durch das erste Öffnen des Schiebers zu beginnen hat:

Von	685	bis inclusive	695	*mm*	bei	14·0°	C.
„	696	„	705	„	„	14·5	„
„	706	„	715	„	„	15·0	„
„	716	„	725	„	„	15·5	„
„	726	„	735	„	„	16·0	„
„	736	„	745	„	„	16·0	„
„	746	„	755	„	„	16·5	„
„	756	„	765	„	„	17·0	„
„	766	„	775	„	„	17·0	„
„	776	„	785	„	„	17·5	„

Hierauf wird der Wasserbehälter durch den Trichter mit Wasser von + 50 bis + 52° C. gefüllt, das Wasser des Apparates, das durch den Trichter eingefüllt wird, wird durch die Spirituslampe auf + 54·5 bis 55° erhitzt und auf dieser Temperatur während des Versuches erhalten. Die kleine Zündlampe ist mit loser Watte gefüllt; diese wird mit Petroleum befeuchtet, bis auch der Docht sich ordentlich durchtränkt hat.

In das Petroleumgefäß bringt man alsdann das um mehrere Grade unter der Temperatur der ersten Probeausnahme abgekühlte Öl und füllt mit der Pipette das Gefäß bis zur Marke, ohne aber die Wandungen des Gefäßes oberhalb der Marke zu befeuchten und mit Vermeidung von Blasenbildung. Man schließt mit dem Deckel ab und bringt das Gefäß nun in den Wärmebehälter.

Das Petroleum erwärmt sich und wenn es der Temperatur nahe kommt, bei welcher die erste Probung stattfinden soll, zündet man das Lämpchen an und hält es, in der Größe der Glasperle entsprechend, welche sich auf dem Dechel des Gefäßes befindet.

Soll die erste Probung gemacht werden, so löst man durch den Hebel h das Triebwerk aus, worauf der Drehschieber, die Öffnungen am Deckel öffnend, die angesammelten Dämpfe austreten lässt. Man vermeide jede Luftbewegung, um die Entzündung der letzteren nicht zu verhindern. Wenn das Petroleum um je einen halben Grad an Wärme zugenommen hat, findet eine neue Probung statt, bis eben der Entflammungspunkt erreicht ist.

Die Rückstände der Petroleumraffinerien und die schwerer flüchtigen Stoffe der Destillation des Rohrpetroleums werden zu Paraffin, Schmierölen u. dgl. verarbeitet.

Die Petroleumlampen nützen im Allgemeinen das Leuchtmaterial gut aus; selbst kleinere Lampen verzehren für eine Kerze Helligkeit und die Stunde berechnet nur 3·6 Gramm Petroleum, und Lampen mittlerer Größe, bei 25 Kerzen Helligkeit für eine Kerze und die Stunde berechnet, sogar nur 2·8 Gramm Petroleum, bei noch größeren Lampen von 50 bei 100 Kerzen Helligkeit sinkt der pro Kerze Helligkeit treffende Consum noch weiter.

Die Leuchtkraft des Petroleums ist übrigens nicht constant, sondern nimmt während des Brennens allmählich durch Russansatz, ferner dadurch, dass die leichter flüchtigen Bestandtheile des Öles anfänglich reichlicher verbrennen und die schwerer flüchtigen in der Lampe sich ansammeln und endlich durch die Änderung der Saughöhe, welche ja mit dem Sinken des Petroleumspiegels in dem Bassin der Lampe immer bedeutender wird, ab (Engler und Lewin, Zalozieki). Nicht jede Petroleumsorte eignet sich für jeden beliebigen Brenner und jede beliebige Lampe, sondern jede Sorte liefert nur mit einem bestimmten Brenner das Maximum der Leuchtkraft.

Unvollständige Verbrennungsproducte treten bei der Petroleumbeleuchtung nur selten auf; immer aber dann, wenn die Flamme an der Grenze des Russens angekommen ist oder wenn eine Lampe, was weit häufiger ist, mit zu kleiner Flamme gebrannt wird. Manche Petroleumsorten enthalten, von dem Reinigungsprocess herrührend, bedeutende Mengen von Schwefelsäure; solches Petroleum brennt trübe und entwickelt unangenehme Dämpfe. Zur Untersuchung schüttelt man Petroleum mit Wasser tüchtig durch, lässt das Wasser sich absenken und prüft es auf Schwefelsäure.

Die Gasbeleuchtung.

a) Gasbereitung und Betrieb.

Aus einer Reihe von Stoffen, welche unmittelbar zur Beleuchtung nicht verwendbar sind, weil sie zu viel Kohlenstoff enthalten, lassen sich durch Einwirkung der Wärme und unter Sauerstoffabschluss mittelst trockener Destillation in thönernen oder eisernen Retorten Gase abtrennen, welche mehr oder minder gut zu Leuchtzwecken, allenfalls auch zu Heizzwecken verwendet werden. Die Darstellung brennbarer Gase ist schon alt; ein deutscher Chemiker und Arzt Becher, welcher 1685 in London starb, hatte schon 1681 ein Patent auf die Gasbereitung genommen. „In Holland," sagt Becher, „hat man Torf und in England Steinkohlen; beide taugen nicht viel zum Brande, weder im Zimmer noch zum Schmelzen, ich habe aber einen Weg gefunden, nicht allein beide Sorten zu guten Kohlen zu brennen, die nicht mehr rauchen und stinken, sondern mit den Flammen davon so stark zu schmelzen als mit dem Holze selbst und eine so große Extension der Feuerflammen zu bewirken, dass ein Schuh solcher Kohlen zehn Schuh lange Flammen machen." Aber noch manche Zeit vergieng, ehe diese Erfindung zu Leuchtzwecken vollkommen nutzbar gemacht wurde; doch war mit Beginn unseres Jahrhunderts die Methode der Herstellung des Leuchtgases, ja selbst die Reinigung desselben bereits allbekannt, wie die An-

leitung zur Untersuchung von Brennmaterialen von Lampadius in Freiburg beweist (1800). Mag nun selbst die erste praktische Verwendung in größerem Umfange bereits 1786 Dundonald zugeschrieben werden und mag auch um diese Zeit Pickel in Würzburg bereits sein Laboratorium mit einem aus Knochen gewonnenen Gas erleuchtet haben, so kann als der eigentliche Erfinder der praktischen Gasleuchtung nur William Murdoch genannt werden. Die erste umfassende Gasbeleuchtungsanlage dürfte von ihm schon um 1798 errichtet worden sein, im Wesentlichen mit denselben Einrichtungen, welche in vervollkommneterem Zustand noch heutzutage im Gebrauch sind. Erst im Jahre 1828 wurde Leuchtgas in Deutschland zur Straßenbeleuchtung verwendet.

Zur Destillation von Leuchtgas werden Steinkohlen, Torf, Braunkohlen, fette Öle, Harz, Theer, Pech, Schieferöl, Petroleum und Petroleumrückstände, Paraffin, Seifenwasser, Knochen verwendet; allgemeinere Verwendung im Großbetriebe hat freilich nur das Leuchtgas aus Steinkohlen gefunden.

Die Steinkohle liefert bei der trockenen Destillation 1. Leuchtgas, 2. theerige Producte und Ammoniakwasser, 3. als Rückstand in der Retorte — Coaks.

Die Erzeugung des Leuchtgases findet in drei auf einander folgenden Operationen: der Destillation, der Condensation und der Reinigung des Gases, statt.

Die Destillation des rohen Leuchtgases geschieht in gusseisernen oder in thönernen Retorten (Fig. 82 *c*), deren Querschnitt meist die Form eines liegenden D hat. Auf die Retorte wird ein eisernes Mundstück geschraubt und vollständig verkittet; dasselbe befindet sich außerhalb der Feuerung und hat nach oben ein Abzugsrohr, auf welches ein gusseisernes Rohr (*B*) aufgesetzt ist, das zur Leitung des Gases in die erste für mehrere Retorten gemeinsame, aus einem horizontal liegenden Rohr bestehende, mit Wasser abgeschlossene Vorlage (Hydraulik-Trommel) genannt, dient. Das Mundstück wird nach vollendeter Beschickung der Retorte durch einen Deckel luftdicht verschlossen.

In der ersten Vorlage werden nur wenige Theerbestandtheile abgeschieden; viele condensierbare Stoffe gelangen noch in ein System vertical mit einander verbundener Röhren (*D*), die auf einem eisernen viereckigen Kasten (*K*) stehen. Hier werden sie so weit abgekühlt, dass das meiste Condensierbare als Theer und Gaswasser sich niederschlägt, zumeist im Kasten sich ansammelt und dann durch bestimmte Leitungen in gut cementierte Cisternen gelangt. Da nach dem Durchgange durch den Röhrencondensator die Dämpfe immer noch theerhaltig sind, lässt man sie zuerst durch sogenannte Scrubber und dann durch Reiniger streichen. Als Scrubber (*o*) bezeichnet man Coakscondensatoren, deren Coaks durch Wasser fortwährend feucht erhalten wird, wodurch das durchströmende Gas eine Waschung erfährt, und nicht nur von den letzten Theerresten, sondern auch von einem Theil des Schwefelwasserstoffes und des Schwefelammons und Ammoniaks befreit wird.

Das Gas wird aus den Condensationsapparaten gegenwärtig nicht mehr unmittelbar in die Reinigungsapparate geleitet, sondern meistens in sogenannte Exhaustoren, die den Zweck haben, das Gas aus den Retorten abzusaugen, geführt. Man hat nämlich erkannt, dass es für die Gasausbeute und für die Beschaffenheit des Gases von großer Wichtigkeit ist,

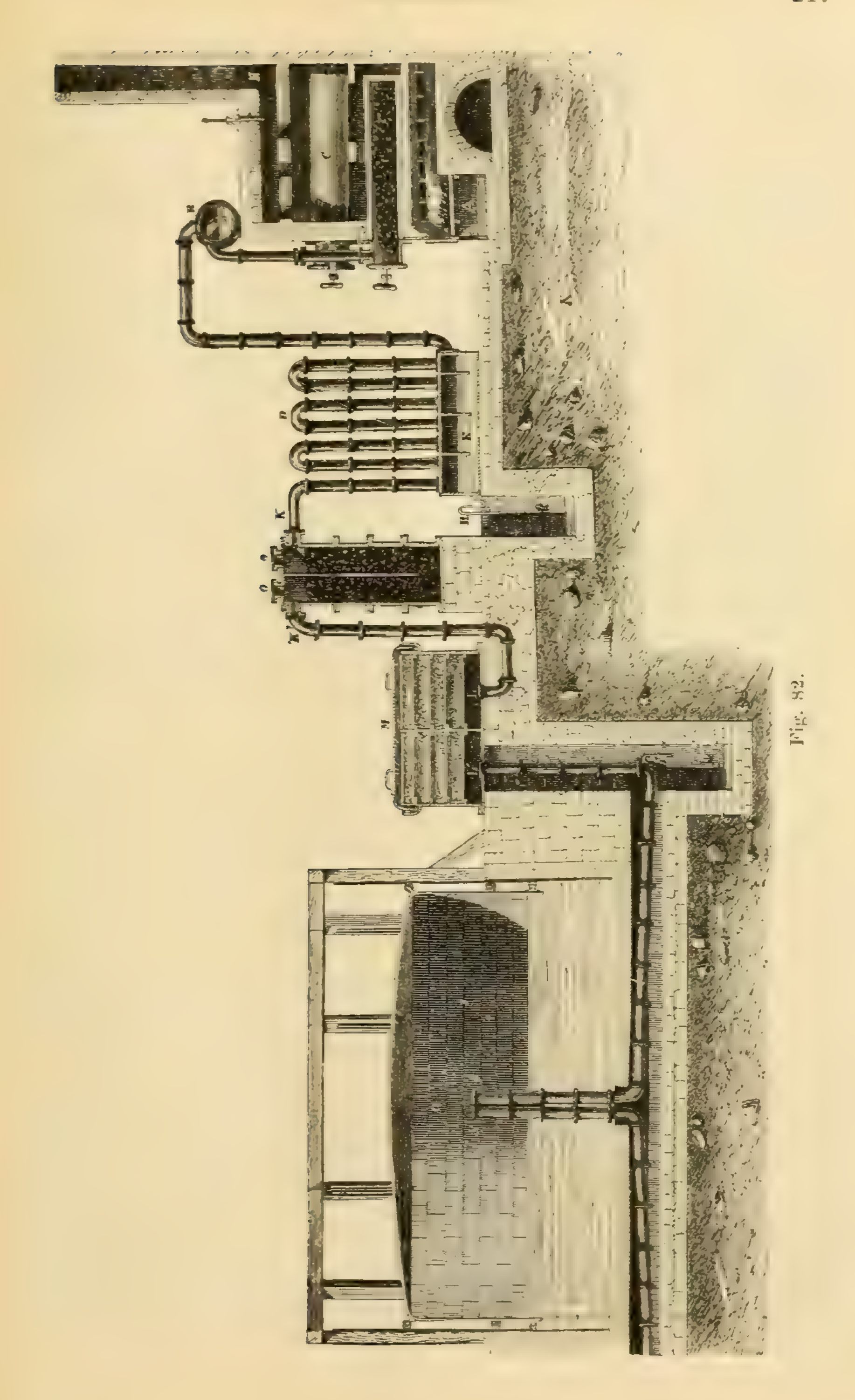


Fig. 82.

die flüchtigen Producte der trockenen Destillation möglichst rasch aus dem Bereiche der zersetzenden Einwirkung der glühenden Retortenwände zu bringen.

Aus den Exhaustoren tritt das Gas in den Reinigungsapparat ein, um hier von den ihm noch anhängenden verunreinigenden Bestandtheilen befreit zu werden. Es handelt sich hierbei um die Wegnahme von Kohlensäure, Ammoniak, Cyan, Schwefelcyan, Schwefelwasserstoff, schwefliger Säure, geschwefelten Kohlenwasserstoffen u. s. w.

Zwar wurde durch die Verdichtungsapparate und Scrubber ein Theil dieser Gase auf mechanischem Wege schon entfernt, ein Theil davon entzieht sich jedoch der Verdichtung und der Wirkung des Wassers in den Scrubbern und muss daher auf chemischem Wege in den Reinigern entfernt werden. Bei den neueren Methoden ist die Mischung des Reinigungsmittels so combiniert, dass sie gegen alle in Betracht kommenden Verunreinigungen wirksam ist.

Die zum Zurückhalten der Verunreinigungen bestimmten Substanzen befinden sich entweder in Lösung — nasse Reinigung, oder in festem Zustande, aber feiner Vertheilung — trockene Reinigung. Gegenwärtig ist fast überall die trockene Reinigung gebräuchlich.

Die trockenen Reiniger bestehen nahezu durchweg aus cylindrischen oder länglich viereckigen, geräumigen Gefäßen (*M*), in welchen mehrere Hürden aus Holz oder Eisen in Zwischenräumen von etwa einem Fuß übereinander eingesetzt sind. Auf diese Hürden wird die zum Reinigen dienende Substanz in Schichten von mehreren Centimetern ausgebreitet. Das Gas strömt durch die Reinigungsmittel meist in der Richtung von unten nach oben.

Wichtige Reinigungsmittel sind das Kalkhydrat und das Eisenoxyd. Die vielfach seit den Fünfzigerjahren eingeführte Lamingssche Masse stellt ein Gemenge beider, das zwischen Sägespänen vertheilt ist, dar. (Eisenchlorid wird mit Kalkbrei gemischt.) Kalkhydrat absorbiert kräftig Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, unter Bildung von CO_3 *Ca* und Schwefelcalcium:

$$Ca\begin{pmatrix}OH\\OH\end{pmatrix} + SH_2 = Ca\begin{pmatrix}SH\\OH\end{pmatrix} + OH_2.$$

Von letzterem wird Schwefelkohlenstoff absorbirt. Auch Schwefelammonium bleibt in dem Kalke zurück. Mehr als die Hälfte des zur Absorption verwendeten Kalkes wird zu kohlensaurem Kalk, ein Viertel zu Schwefelcalcium, der Rest besteht aus unverändertem Kalk, Cyanverbindungen, Rhodancalcium, Schwefelammonium. (Schilling.)

Der Gaskalk führte sehr häufig zu sanitären Misständen. Der Gaskalk verhält sich dem Sodaäscher ähnlich. Er entwickelt beim Lagern an der Luft Schwefelammonium und Schwefelwassersoff, gibt an Wasser lösliche, stinkende Schwefelverbindungen und Schwefelcalcium ab und kann so zu Übelständen bedenklichster Art führen. Für die meisten Gasfabriken ist der Gaskalk eine wahre Last. Nur eine geringe Menge davon wird in der Gerberei zum Enthaaren verwendet. Als Dungmittel kann der Gaskalk erst dann gebraucht werden, wenn durch hinlänglich langes Lagern an der Luft sein sämmtlicher Schwefel in schwefelsaure Salze umgewandelt ist. Die Abfuhr des Gaskalkes in fließende Wässer

ist sanitär unzulässig. Die Fischzucht geht dadurch zugrunde und das Wasser wird zu vielen Zwecken unbrauchbar.

Das einfache Lagern in freier Luft ist ebenfalls gefährlich. Der in Haufen lagernde Gaskalk entwickelt fort und fort Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und riechende Theerproducte, die sich der Luft und dem Regenwasser mittheilen, wodurch die Atmosphäre verpestet und das Grundwasser verunreinigt wird. Selbst zu seiner kurzdauernden, provisorischen Lagerung in der Gasfabrik bis zu seiner definitiven Beseitigung müssen demnach stets völlig gedeckte und sehr gut cementierte dichte Gruben vorhanden sein.

Zur definitiven Unschädlichmachung des Gaskalkes werden mancherlei Verfahren geübt. Man calciniert ihn in Flammöfen, bis er größtentheils in Gyps übergegangen ist, man behandelt ihn mit calcinierter Soda und stellt hierdurch unterschwefligsaure Alkalisalze dar, und man versetzt ihn mit Eisensalzen in genügender Menge. Letztere Methode hat sich besonders bewährt.

Bei der Laming'schen Masse wird durch das Eisenoxyd namentlich Schwefelwasserstoff kräftig unter Bildung von anderthalb Schwefeleisen und unter gleichzeitiger Ausscheidung von Schwefel absorbiert. Ammoniak, Cyan- und Rhodanverbindungen bleiben gleichfalls zurück. Neuerdings hat man den Kalkzusatz ganz weggelassen, und man verwendet nur eine Mischung von Sägespänen und Eisenoxyd (Eisenspäne, Rasenerz). Dieses Gemenge regeneriert sich in unschädlicher Weise an der Luft, indem das Schwefeleisen an der Luft unter Umwandlung in Eisenoxyd nahezu seinen ganzen Schwefelgehalt abscheidet, und nun sofort sich wieder verwenden lässt. Die Masse kann auch in den Reinigungskästen selbst durch Einlassen von Dampf und atmosphärischer Luft regeneriert werden (Grahn), und schließt sonach jede Belästigung aus.

Die Wahl der Reinigungsart des Gases hängt übrigens wesentlich von der Zusammensetzung des Leuchtgases ab.

Das gereinigte Gas gelangt in den Gasometer, der ein cylindrisches Gefäß von Eisenblech darstellt, welches in Wasser taucht. (S. Fig. 82.) Durch das einströmende Gas wird dieses Gefäß aus dem Wasser gehoben. Der Gasometer hat den Zweck, das Leuchtgas für den Abendconsum aufzubewahren, während die Leuchtgasbereitung eine continuierliche ist und auch den Tag über betrieben wird. Indem nun das Gas über Wasser abgesperrt bleibt, werden von letzterem gewisse Stoffe noch absorbiert.

Ammoniakverbindungen, wie kohlensaures, schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium, Schwefelammonium, unterschwefligsaures Ammoniak, Cyanverbindungen, besonders Rhodanammonium, sind in dem Gasometerwasser vertreten. Ein solches Gemenge kann natürlich schädlich wirken, wenn es in den Boden und in Brunnen gelangt, weshalb eine gute Cementierung des Gasometerbassins dringend gefordert werden muss. Im Übrigen wird das Gasometerwasser ziemlich allgemein zur Darstellung von schwefelsaurem Ammoniak verwendet, indem man unter Zusatz von Kalkmilch abdestilliert. Im Rückstand bleiben die schädlichen Substanzen Schwefel- und Rhodanverbindungen und Carbolsäure. Die Zuleitung in einen Fluss kann auch nur unter bestimmten Verhältnissen gestattet werden (König).

Die Darstellung von Leuchtgas aus anderen Materialien ist wenig verschieden von der Herstellung des Steinkohlengases, weshalb hier nicht näher auf andere Betriebe eingegangen wird. Nur möge erwähnt sein, dass die aus Harz, Rohpetroleum oder fetten Ölen (Rapsöl, Oliven- und Mohnöl, Leinöl, Hanföl) hergestellten Gasarten reiner sind, als Steinkohlengas, nur geringe Mengen von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff enthalten, weshalb man die Reinigung ganz unterlassen kann. Da diese Gassorten auch eine höhere Leuchtkraft besitzen als Steinkohlengas, so kann man namentlich auch die Gasometeranlage viel kleiner wählen. Im Ganzen eignen sich die Anlagen mehr für den Kleinbetrieb.

.Aus dem Gasometer wird das Leuchtgas durch Röhren, die im Boden gelagert sind, den Verbrauchsorten zugeführt. Es ist von großer Wichtigkeit, auch im Interesse der Gasproducenten selbst, dass diese Leitung dicht hergestellt werde. In der Regel verwendet man schmied- oder gusseiserne Röhren, welche an den Flanschen mit Blei gedichtet werden. Trotzdem dringt fortwährend eine bedeutende Menge von Leuchtgas in den Boden ein, da ein absolut gasdichter Verschluss kaum erreicht werden kann. Man rechnet 10 bis 20 Procent der ganzen Jahresproduction als Verlust durch undichte Leitung, in manchen Fällen sogar noch mehr.

Zinkröhren eignen sich zur Gasleitung nicht, weil sich Zinkoxyd bildet und dieses durch das ammoniakalische Gas aufgelöst und so die Zinkröhre durchlöchert wird. Zinnröhren sind kostspielig, in kupfernen setzt sich Acetylen an, welches beim Erwärmen und beim Stoße explodiert. Bleiröhren werden nicht selten, wenn sie im Kalkverputz oder in der Mauer liegen, durch Eintreiben von Nägeln beschädigt. Auch ist es schon vorgekommen, dass Bleiröhren, die unter dem Fußboden gelegt waren, von Ratten und von Wespen (Holzwespen) durchbissen wurden. Kautschukröhren sind schon, solange sie noch neu sind, mehr oder weniger undicht; mit der Zeit werden sie aber hart, brüchig und sind dann in hohem Grade durchlässig.

Auch innerhalb eines Hauses findet stets ein Austreten von Leuchtgas statt, denn gerade innerhalb der Wohnräume geben die zahlreichen Hähne, Löthstellen, Verbindungsstellen ausreichend Gelegenheit hierzu und bedarf es nicht einmal einer bedeutenderen Undichtigkeit. Man kann etwa 3 bis 4 Procent des Gesammtconsums des Consumenten als Verlust rechnen. Wie viel verloren wird, lässt sich leicht bestimmen, wenn man bei Schluss aller Hähne in dem Hause die Weiterbewegung der Gasuhr beobachtet.

Gemessen wird die gelieferte Gasmenge durch Gasuhren, deren es zweierlei nasse und trockene gibt. Letztere bestehen aus ledergefertigten Blasbälgen, die sich abwechselnd füllen und entleeren und deren Bewegung auf ein Zählwerk übertragen wird. Wegen der mannigfachen anderweitigen Verwendung, welche die nassen Gasuhren auch für andere Messungen gefunden haben, mögen dieselben hier näher beschrieben sein.

Eine Gasuhr von der gegenwärtig allgemein üblichen Construction ist in den Figuren 83, 84, 85, 86 abgebildet. Sie besteht aus einem cylindrischen Gehäuse aus Weißblech oder aus Gusseisen, in welchem sich eine auf einer Welle befestigte vierkammerige Trommel, die bis über die Hälfte im Wasser liegt, unter dem Druck des Gases und dem durch denselben zu gleicher Zeit bedingten ungleichen Wasserstande der Gas aufnehmenden und Gas abgebenden Trommelabtheilungen sich wie ein Tretrad dreht, während

die Achse der Trommel eine Zählvorrichtung in Bewegung setzt, um die Zahl der Trommelumgänge, somit das durchgegangene Gas, nach Kubikmetern zu messen. Fig. 83 zeigt den Apparat, die Deckplatte weggedacht, welche den vorderen Theil, der zur Aufnahme der Reguliervorrichtungen bestimmt ist, verschließt. Fig. 84 zeigt den Apparat in der einen Seitenansicht, Fig. 85 in der anderen. Fig. 86 gibt einen horizontalen, über die Trommel lage angenommenen Durchschnitt; *a* ist das Gehäuse, *a'* die Trommel, die Trommelachse, auf welcher die endlose Schraube *c* befestigt ist, die in das Rad *d* eingreift und die Anzahl der Trommelumdrehungen durch die Welle *e* auf das Uhrwerk *f* überträgt. Durch *g* tritt das Gas in den Kasten *h*, gelangt durch das Ventil *i* in den Raum *k*, durch das ge-

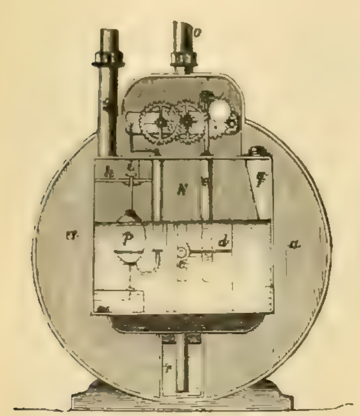


Fig. 83.

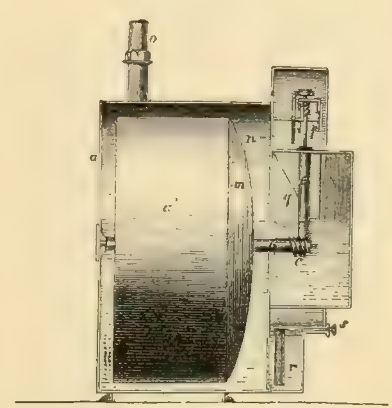


Fig. 84.

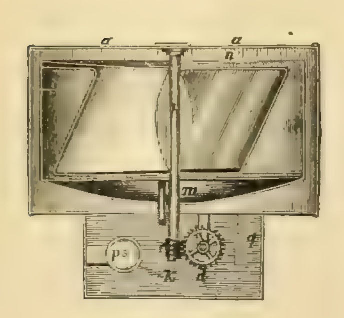


Fig. 86.

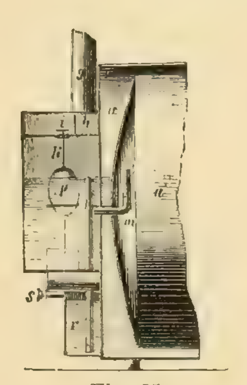


Fig. 85.

bogene Rohr *l* in den vorderen Raum *m* der Trommel (Vorkammer) und aus dieser in die einzelnen Trommelabtheilungen. Aus den letzteren gelangt das Gas in den Raum *n*, in welchem es sich ansammelt, und geht durch das Rohr *o* in die Privatröhrenleitung über. *i* ist das Schwimmerventil, *p* der Schwimmer, *q* das Wasserfüllrohr, *r* der Wasserkasten für überflüssiges Wasser, und *s* die Schraube zum Ablassen desselben. Wird nun der Haupthahn einer Privatröhrenleitung geöffnet, so strömt das Gas in die Gasuhr; ist der Brennhahn geschlossen, so bleibt die Trommel ruhig liegen, sobald aber Gas consumiert wird, rotiert die Trommel und das Uhrwerk registriert das durch die Uhr gegangene Gas. Das Uhrwerk hat eine decimale Übersetzung in der Art, dass das erste Zifferblatt je 1, das zweite je 10, das dritte je 100 u. s. w. Volumeinheiten Gas registriert, und mithin nur die durch die Zeiger bezeichneten Zahlen hintereinander auszusprechen sind, um das Gesammtquantum des durch die Gasuhr geströmten Gases auszudrücken. Um

den Übelständen der Schwankung des Wasserstandes zu begegnen, kann man als Sperrflüssigkeit auch Glycerin anwenden. Dadurch wird auch das Einfrieren vermieden; doch ist die Glycerinfüllung theuer. Die Gasuhr muss der Zahl der Flammen angepasst sein, welche sie versorgen soll; in der Regel geht man über 100 bis 120 Trommelumdrehungen für die Stunde nicht hinaus.

Von einer guten Steinkohlengasversorgung kann man verlangen, dass das Gas genügende Leuchtkraft hat; da aber letztere, wie alsbald auseinandergesetzt werden wird, von der Art des Brenners abhängig ist, so wird man des Näheren die Forderung geltend machen können, es solle das Gas bei einem Stundenconsum von 150 *l* in einem Argandbrenner 17 Kerzen und in einem offenen Brenner 13·5 Kerzen Helligkeit (deutsche Normalkerzen) besitzen. Ferner kann man nach dem heutigen Stande der Technik verlangen, dass das Gas frei von Schwefelwasserstoff und Ammoniak sei und anderweitige Schwefelverbindungen nur in Spuren vorhanden seien; endlich muss in den Leitungen jederzeit genügend Druck vorhanden sein, damit die Gasentnahme nicht gehindert werde. In den Hauptleitungen ist ein Druck von 16 *mm* Wasser ausreichend (Schilling).

b) Die Eigenschaften des Leuchtgases.[1]

Die Menge und Qualität der einzelnen Producte der Leuchtgasbereitung, wie Gas, Theer und Coaks, ist von der Art der Kohle, von der angewendeten Temperatur in der Retorte, von der Dauer der Erhitzung, dem Druck in der Retorte und der Chargengröße, d. h. der Größe der Beschickung der Retorte abhängig.

Im Durchschnitt liefern 100 Kilogramm Kohle (aschefrei berechnet) an Gas:

Zwickauer Kohlen	36 m^3
Böhmische Kohlen	45 m^3
Bogheadkohlen	60 m^3 (Fleck).

Das Leuchtgas hat im Mittel ein specifisches Gewicht von 0·4, jenes der Luft = 1 gesetzt; 1 m^3 wiegt also etwa 0·5 *kg*. Dem Gewichte nach berechnet, erhält man zwischen 18 und 30 Procent der Kohle an Gas. Die Coaksausbeute beträgt zwischen 50 und 68 Procent der angewendeten Kohle. Coaks und Leuchtgas zusammengenommen überwiegen also weitaus die Ausbeute an Theer.

Im Leuchtgase hat man zu unterscheiden:

1. Leuchtende Verbindungen: hierzu gehören als Gase: Elayl C_2H_4, Propylen C_3H_6, Butylen C_4H_8, Acetylen C_2H_2 und als Dämpfe: Benzin C_6H_6, Toluol C_7H_8, Xylol C_8H_{10}, Cumol C_9H_{12}, Propyl C_3H_7, Butyl C_4H_9, Naphthalin $C_{10}H_8$.

2. Nicht leuchtende, aber wärmeliefernde Verbindungen: Kohlenoxyd, Wasserstoff, Grubengas.

3. Verunreinigungen: Sauerstoff, Wasserdampf, Stickstoff, Ammoniak, Cyan, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Rhodanverbindungen.

Die aus anderen Materialien hergestellten Leuchtgassorten sind gleichfalls von ähnlicher Zusammensetzung wie das Steinkohlengas und enthalten alle in dem Kohlenoxydgas ein äußerst gefährliches Gift, das, wie wir schon früher besprochen, der Athemluft beigemengt, bereits in geringen Quantitäten den raschen Tod herbeiführen kann. Um die Giftigkeit der Leuchtgassorten zu charakterisieren, sei der Gehalt an Kohlenoxyd mitgetheilt, welchem noch die Menge der wichtigeren Stoffe der Leuchtgase (für 100 Theile) beigefügt wurde:

	Schwere Kohlenwasserstoffe	Leichte Kohlenwasserstoffe	Kohlenoxyd	Wasserstoff
Holzgas (gereinigt	10·57	33·76	37·6	18·0
Torfgas	9·5	42·6	20·3	27·5
Steinkohlengas	3·5	36·2	9·1	50·2
Petroleumgas	27·2	41·3	17·5	13·3
Schieferölgas	25·3	64·8	6·6	3·0

Das Holzgas ist also nach obigen Analysen gefährlicher als das Schieferölgas, und gefährlicher als Steinkohlengas u. s. w. In neuerer Zeit wurde nun ein neues Gasgemische vielfach benützt, welches wegen seiner Billigkeit ein gefährlicher Concurrent des Steinkohlengases werden müsste, leider aber wegen anderer Eigenschaften höchst bedenklich erscheint — es ist dies das Wassergas. Lässt man Wasserdämpfe durch eiserne oder thönerne Retorten strömen, die mit glühender Holzkohle oder glühendem Coaks gefüllt sind, so findet die Zerlegung etwa nach der Gleichung statt:

$$C + H_2O = CO + H_2.$$

Doch sind in der Regel noch Kohlensäure und Sumpfgas beigemengt, so dass ein Gemenge von über 30 Procent Kohlenoxyd resultiert. Dieses Gas leuchtet nicht, doch gibt es starke Hitze und kann zur Lichterzeugung verwendet werden, indem man Körper durch dasselbe in Weißgluth bringt, z. B. ein Netz aus Platindraht u. dgl., oder indem man dem Gase Leuchtkraft erzeugende Dämpfe beimengt (carburiertes Gas) oder das Wassergas noch über Steinkohlen, welche der trockenen Destillation unterworfen werden, streichen lässt (Hydrocarbonprocess).

Die Gefährlichkeit einzelner Leuchtgassorten wird namentlich dadurch vermindert, dass manche auch riechende Stoffe mit sich führen und dass diese riechenden Stoffe weit früher erkannt werden, als die Anhäufung von Kohlenoxyd eine schädliche Grenze überstiegen hat. So z. B. werden bei Ausströmungen von Leuchtgas bereits Mengen von 0·01 bis 0·02 Procent durch den Geruch erkannt (Bunte), indess Palladiumchlorür — ein empfindliches Reagens auf Kohlenoxyd — erst 0·05 Procent Leuchtgasbeimengung zu erkennen gestattet = 0·004 Procent Kohlenoxyd. Da die Grenze der Schädlichkeit erst bei 0·05 Procent Kohlenoxyd liegt (Gruber), so wird eine gesundheitsschädliche Beimengung von Steinkohlengas zu Luft dem Geruchsorgan nicht entgehen können.

Anders liegen freilich die Verhältnisse, wenn ein Leuchtgasröhrenbruch im Boden stattgefunden hat, weil dann dem durch den Boden

strömenden Gase der Geruch mehr und mehr entzogen wird; das wenig riechende Leuchtgas wird also viel gefährlicher. Ebenso verhält es sich natürlich mit Gassorten, welche durch keinen specifischen und sehr prägnanten Geruch gekennzeichnet sind, wie bei dem Wassergas; man müsste letzterem, um wenigstens einen Theil der Gefahren zu vermindern, allenfalls noch stark riechende Stoffe beimengen.

Bei Gasrohrbrüchen pflegt das ausströmende Gas in der Regel den benachbarten Häusern zuzuströmen, und zwar dringt es in mannigfachster Weise in die Wohnräume ein (Pettenkofer). Die Häuser wirken durch die in ihnen eingeschlossene warme Luft ansaugend auf die Bodenluft, welch' letztere in das Wohnhaus hereingedrückt wird, wie sich experimentell zeigen lässt (Sudakoff). Besonders in den Wintermonaten pflegen die Leuchtgasrohrbrüche gefährlicher zu sein als im Sommer, weil die ansaugende Wirkung des geheizten Hauses im Winter viel kräftiger ist, die Ventilation in den Wohnräumen bei den geschlossenen Fenstern gering und das Entweichen von Leuchtgas durch den während dieser Zeit von Wasser vollkommen durchtränkten und vereisten Straßen-Boden oft geradezu unmöglich wird. Das Gefrieren eines mit Luft gefüllten Bodens hindert, wie schon früher hervorgehoben wurde, den Durchtritt von Gasen allerdings nicht.

Der Nachweis des Kohlenoxyds. Die Prüfung des Leuchtgases auf seinen Gehalt an Kohlenoxyd lässt sich in exacter Weise nach der auf S. 40 bereits mitgetheilten Methode mit Hilfe der Bunte'schen Gasburette durchführen. Nachdem Kohlensäure und andere Bestandtheile (Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff etc.) durch Kalilauge weggenommen sind, wird der Sauerstoff durch Pyrogallussäure in alkalischer Lösung absorbiert und nach sorgfältiger Entfernung letztgenannter Reagentien das Kohlenoxyd mittelst Kupferchlorür in salzsaurer Lösung. Auch durch Verbrennen des Kohlenoxyds mittelst Palladium und nachheriger Bestimmung der erzeugten Kohlensäure lässt sich der Kohlenoxydgehalt erfahren. Ist zu gleicher Zeit neben Kohlenoxyd auch Wasserstoff vorhanden, so verbrennt dieser zu Wasser. Zur Bestimmung von Kohlenoxydmengen, welche unter 0·2 bis 0·3 Volumprocenten liegen, genügt diese Methode aber nicht mehr und doch liegt die Schädlichkeitsgrenze des Kohlenoxyds erst bei etwa 0·05 Volumprocent.

Zum qualitativen Nachweis kleinster Mengen von Kohlenoxyd verwendet man eine Palladiumchlorürlösung (100 cm^3 Wasser: 0·2 gr $Pd\,Cl_2$), mit welcher man feines Filterpapier tränkt. Die zu untersuchende Luft wird in eine Flasche gebracht (10 l); am einfachsten geschieht dies durch Entleerung einer mit Wasser gefüllten Flasche in dem zu untersuchenden Raum; das ausfließende Wasser wird alsdann durch die Luft ersetzt. Auch kann man mittelst Glasröhren die Untersuchungsluft in größerer Menge durch eine Flasche leiten, bis die vorher in derselben vorhandene Luft ganz verdrängt ist. Alsdann wird mittelst eines Platindrahtes ein Palladiumchlorürreagenzpapier in die Flasche gehängt und wohlverschlossen stehen gelassen. Bei nur 0·1 pro mille erhält man nach 2 bis 4 Stunden, bei 0·05 pro mille in 12 bis 24 Stunden die Reaction, indem ein schwarzes, glänzendes Häutchen das Palladiumpapier überzieht (Fodor). Die zu untersuchende Luft darf neben CO kein Ammoniak und Schwefelwasserstoff und keine Kohlenwasserstoffe enthalten. Die Zersetzung von Palladiumchlorür durch Kohlenoxyd soll nach folgender Gleichung vor sich gehen:

$$Pd\,Cl_2 + CO + H_2O = Pd + 2\,Cl\,H + CO_2.$$

Es scheidet sich unter Bildung von Kohlensäure metallisches Palladium ab; um Ammoniak und Schwefelwasserstoff zu absorbieren, müssen Gase, welche diese Verbindungen enthalten, erst durch verdünnte Schwefelsäure und Bleizuckerlösung geleitet werden. Die Palladiumreaction gestattet Beimengungen des Leuchtgases von 0·05 Procent zu Luft zu erkennen. Noch schärfer ist die Prüfung durch den Geruchsinn, welcher Beimengungen von 0·01 bis 0·02 Procent Leuchtgas noch wahrnimmt. Allein die riechenden Substanzen des letzteren können recht wohl in Verlust gegangen und das Kohlenoxyd noch vorhanden sein.

Das Kohlenoxyd verbindet sich auch mit dem Hämoglobin zu Kohlenoxyd-Hämoglobin, eine ziemlich resistente und durch ihr Verhalten charakteristische Verbindung. Das Kohlenoxyd zersetzt unter Austreibung von Sauerstoff das Oxyhämoglobin und wird dadurch tödtlich, weil dem Blute die Fähigkeit, die Zellen mit Sauerstoff zu versorgen, entzogen wird. Kohlenoxydblut hat eine von dem mit Sauerstoff gesättigten Blut abweichende Farbe, indem es kirschroth erscheint; es fault weniger leicht als normales Blut und ändert beim Stehen nicht seine Farbe, wie sauerstoffhältiges Blut, dessen Oxyhämoglobin unter Sauerstoffzehrung in (venöses, reduciertes) Hämoglobin umgewandelt wird. Das in den Körperhöhlen und den Gefäßen durch Kohlenoxyd vergifteter Thiere wie Menschen befindliche Blut ist daher (bei voller Sättigung durch Kohlenoxyd) hellroth.

Bringt man Kohlenoxydblut mit Natronlauge auf einer weissen Porzellantafel zusammen, so bleibt es mennigeroth, während normales Blut grünbraun sich färbt. In gleicher Weise erhält es sich karminroth, wenn man einen Tropfen eines Gemisches von Natronlauge und Chlorcalcium zusetzt, normales Blut aber zersetzt sich und wird braun (Hoppe-Seyler). Kohlenoxydblut gibt mit schwefelsaurem Kupfer einen rothen schlammigen Niederschlag (Zalesky). Diese Reactionen sind im Allgemeinen dort anzuwenden, wo die Blutproben verhältnismäßig viel Kohlenoxyd enthalten. Gute Resultate gibt die Probe von Welzel durch Fällung mit 1% Tanninlösung. Man setzt das dreifache Volum der zu prüfenden Blutprobe zu. Das Kohlenoxydblut bleibt bräunlichroth.

Desgleichen ist die Probe mit Ferrocyankalium mit Vortheil anzuwenden. Man setzt zu 10 *cc* Blut 5 *cc* einer 20% Ferrocyankaliumlösung und 1 *cc* Essigsäure.

Auch Bleiessig kann als Reagens auf Kohlenoxydblut verwendet werden. Der Kohlenoxydblutniederschlag hält sich lange roth, während gewöhnliches Blut zersetzt wird. (Rubner.)

Das Kohlenoxydblut ist in seinem spectralanalytischen Verhalten wohl von anderweitigen Verbindungen des Blutfarbstoffes gut unterschieden. Zwar sind die beiden starken Absorptionsstreifen, welche sein Spectrum führt, in ihrer Lage fast identisch mit dem Streifen des sauerstoffhältigen Hämoglobins, aber letzterem lässt sich leicht durch reducierende Mittel der Sauerstoff entziehen, z. B. durch (die Stock'sche Mixtur) weinsaures Eisenoxydulammoniak, während die Streifen des Kohlenoxydblutes dadurch nicht verändert werden. Allein, wenn es sich um Blutproben handelt, welche nur zum Theil mit Kohlenoxyd gesättigt sind, dann kann das nach der Reduction auftretende breite Absorptionsband des Hämoglobins die Wahrnehmung der unveränderten Streifen des Kohlenoxydhämoglobins erschweren und unmöglich machen. Die Schwierigkeiten sind geringer, wenn man das Blut stark verdünnt anwendet, weil alsdann das Hämoglobinband viel eher verschwindet, als die dunklen Bänder des Kohlenoxydhämoglobins (Vogel's Probe). Mengen von 025 Procent Kohlenoxyd sind sicher nachzuweisen, aber die Probe genügt nicht, die Schädlichkeitsgrenze des ersteren aufzufinden.

Combiniert man den Nachweis mittelst Palladiumchlorür mit der Absorptionskraft des Hämoglobins, so gewinnt man eine sehr empfindliche Methode für den Nachweis von Kohlenoxyd (Fodor). 20 *l* der zu untersuchenden Luft werden in einer Flasche 15 bis 20 Minuten mit vierfach verdünntem Blute gut durchgeschüttelt. Das Blut nimmt bis auf einen sehr kleinen, unterhalb der Dissociationsgrenze liegenden Rest alles Kohlenoxyd auf. Von der zur Verwendung gekommenen gemessenen Blutmenge wird (ohne nachzuspülen) ein bestimmter Theil in ein Kölbchen mit doppelter Durchbohrung gebracht.

Mit dem Kölbchen verbindet man ein kleines Absorptionsgefäß, das mit verdünnter Schwefelsäure zur Absorption von Ammoniak gefüllt ist. An dieses schließt sich ein mit Bleizuckerlösung gefülltes Gefäß zur Schwefelwasserstoffabsorption und endlich ein Liebig'scher Kugelapparat mit einer Lösung von $Pd\,Cl_2$ an. Durch den Apparat wird alsdann mittelst eines Aspirators Luft geleitet (etwa 200 cm^3 pro Stunde), welche natürlich kohlenoxydfrei in den Kolben treten muss, welcher das Kohlenoxydblut enthält. Erhitzt man dann im Wasserbade zur Coagulation des Blutes, so wird Kohlenoxyd frei, welches, die Apparate durchsetzend, in der Palladiumlösung Palladium ausscheidet. Nach Beendigung des Versuches wird das letztere auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, in heißem Königswasser gelöst, eingetrocknet und wieder in schwacher Salzsäure gelöst.

Den Gehalt dieser Lösung an Palladium bestimmt man dann mittelst Titrierung durch eine Jodkaliumlösung (1·486 Jk : 1 *l*); man erwärmt die Lösung $Pd\,Cl_2$ im Wasserbad, lässt Jodkalium zufließen, solange die braune Wolke von Palladiumjodid sich erkennen lässt. Alsdann setzt man noch weiter Jodkali zu, bis eine durch ein kleines

Filterchen filtrierte Probe durch Jodkalium sich nicht mehr trübt. Für je 1 cm^3 der Jodkaliumlösung hat man 0·1 cm^3 Kohlenoxyd zu rechnen. Da man nicht die Gesammtmenge des zur Absorption benützten Blutes zur Kohlenoxydbestimmung verwendet, so ist auch der verwendete Bruchtheil auf die Gasammtmenge umzurechnen.

Eine zweite Gefahr aller Leuchtgassorten besteht in der Möglichkeit von Explosionen; zwar ist das Steinkohlengas, wie die anderen Gassorten, von denen weiters abgesehen werden mag, an sich nicht explosibel, aber es erhält diese Eigenschaft, sobald sich beim Ausströmen ein Gemenge von atmosphärischer Luft mit mindestens 6 bis 7 Procent Leuchtgas hergestellt hat. Eine Explosionsgefahr muss sich also überall schon durch den penetrantesten Gasgeruch verrathen, und der Kohlenoxydgehalt eines solchen Gemisches ist tödtlich. Auch bezüglich der Aufdeckung einer Explosionsgefahr steht es bei dem Wassergase schlecht, weil es durch den Geruch nicht so leicht erkannt werden kann wie Steinkohlengas.

Das Leuchtgas soll möglichst frei sein von Ammoniak und ein befeuchtetes Curcumapapier nicht bräunen. Gutes Steinkohlengas wird selten mehr als 0·15 Gramm Ammoniak im Kubikmeter enthalten und lässt sich ein derartiger niedriger Gehalt an Ammoniak leicht erreichen. Schwefelwasserstoff soll in dem Leuchtgas ganz fehlen und ein mit Bleizucker getränktes Filtrierpapier darf sich im Gasstrom nicht bräunen; durch die Eisenreinigung ist auch dieser Forderung leicht zu genügen. In England wird auch der Gehalt des Leuchtgases an Schwefelkohlenstoff beschränkt; der letztere kann durch Erzeugung schwefliger Säure schädlich wirken. Ein Gehalt des Gases an Kohlensäure ist nicht gesundheitsschädlich, setzt aber die Leuchtkraft des Gases herab. Ein reichlicher Gehalt des Gases an Sauerstoff weist auf Undichtigkeit in den Röhren hin und rührt nicht von der Darstellung des Gases her.

Das Steinkohlengas bildet bei der Verbrennung reichlich Schwefelsäure, auch schweflige Säure, reichlich Untersalpetersäure, welche in Wasser zu salpetriger Säure und Salpetersäure sich umsetzt, außerdem namentlich noch Wasserdampf, Kohlensäure und Ammoniak. Das an kalten Gegenständen, z. B. an den Fenstern, sich condensierende Wasser reagiert stark sauer und erklärt sich hieraus die vielfach beobachtete zerstörende Wirkung, welche das Brennen von Leuchtgas auf Möbelstoffe, Vorhänge und Farben ausübt.

c) Die Arten der Beleuchtung.

Die Leuchtkraft des Gases hängt von der Zusammensetzung, d. h. dem richtigen Gehalte an leuchtenden Dämpfen und Gasen ab, aber auch ebensosehr von der richtigen Auswahl des Brenners; man kann nicht mit jedem Brenner beliebige Gasmengen verbrennen, und jede Brennersorte hat wieder ihre Minimalgrenze, unter welche man mit dem Gasconsum nicht herabgehen kann, wenn die Verbrennungsart noch rationell bleiben soll. Allgemeine Regel bleibt, das Gas mit dem möglichst kleinsten Druck, der angewendet werden kann, zu verbrennen, d. h. die Brenneröffnungen möglichst weit zu nehmen.

Für die freibrennenden Flammen kann man dieser Forderung nur ungenügend nachkommen, weil solche Flammen, wenn das Gas unter zu schwachem Druck ausströmt, schlotterig werden und selbst durch einen

leichten Luftzug erlöschen. Der Druck muss also immer so groß sein, dass die Flamme genügende Straffheit besitzt.

An Brennern sind sehr verschiedene Sorten in Gebrauch. Die Einlochbrenner — die man am einfachsten durch Einbohren feiner Löcher in eine Gasröhre herstellt — werden eigentlich nur zu Illuminationszwecken verwendet, weshalb von ihnen abgesehen sein mag. Sehr ausgedehnte Verwendung finden dagegen die Schnittbrenner aus Speckstein (als Fledermaus-, Schmetterling- oder Straßenbrenner bezeichnet (s. Fig. 87 u. 88) oder die Zweilochbrenner (s. Fig. 89). Man benützt für sie Gasmengen von 150 bis 250 *l* für die Stunde. Im Durchschnitt liefert 1 m^3 Leuchtgas dabei für die Stunde 90 Normalkerzen Helligkeit; kleine Flammen unter 90 bis 100 *l* nur etwa 60 Normalkerzen. Letztere sind also unrationell. Die Flammen sollen keine Zacken aufweisen und ohne Geräusch brennen. Das Licht ist meist unruhig, flackernd, liefert Russ und unvollständige Verbrennungsproducte.

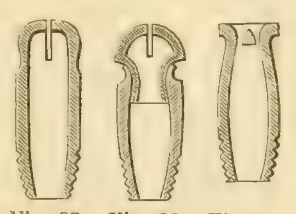


Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89.

Der Argandbrenner besteht aus einem Specksteinkranz mit 20 bis 40 feinen Löchern, ein Glascylinder schützt die Flammen. Er gestattet, Leuchtgas bei sehr niedrigem Drucke zu verbrennen. Das Licht ist ruhig, die Verbrennungsproducte dadurch vollkommener.

Die verwendeten Gasmengen betragen zwischen 120 und 280 *l* für die Stunde, wobei man, für den Cubikmeter Leuchtgas und für die Stunde gerechnet, 100 Normalkerzen und darüber erhalten kann. Der Brenner eignet sich vorzüglich für Wohnräume und ganz allgemein für Zwecke, bei welchen Ruhe des Lichtes nothwendig ist.

Eine im Principe wesentliche Verbesserung ist der Siemens-Brenner (Fig. 90), bei welchem die bei der Beleuchtung erzeugte überschüssige Wärme zur Vorwärmung des Leuchtgases und zur Vorwärmung der zur Verbrennung nothwendigen Luft verwendet und damit ein erhöhter Leuchteffect gewonnen wird.

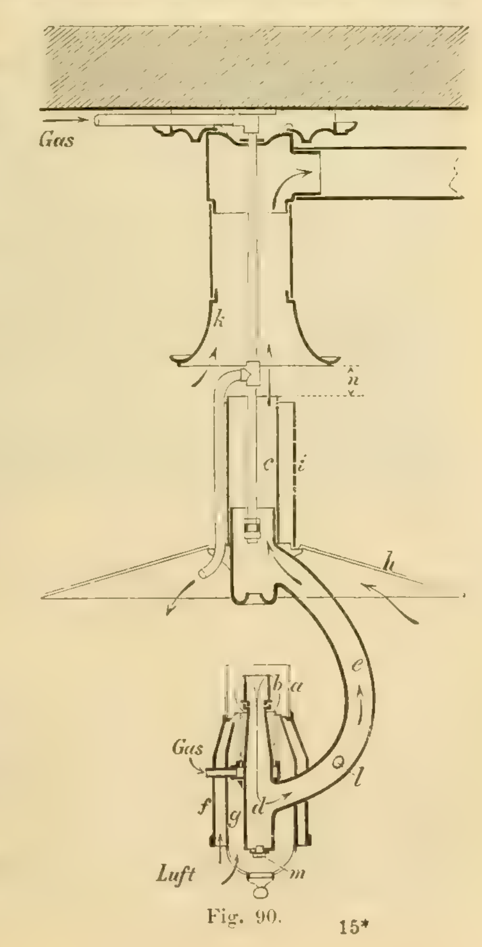


Fig. 90.

Die Leuchtflamme entwickelt sich zwischen dem Cylinder *a* und dem Porzellanaufsatz *b*; die Verbrennungsgase werden nach Innen zu nach *d* gesaugt. Die Räume *f* und *g* erwärmen sich durch die abströmenden Gase, und die Luft, welche hier durchströmt, erhitzt sich und gelangt vorgewärmt zur Flamme. Die heißen Gase ziehen weiters durch *e* und *c* nach einem Kamin und können zugleich noch aspirierend zur Ventilation des Raumes benützt werden, indem bei *k* Luft mitgerissen wird. Der Raum bleibt also nicht nur frei von Verbrennungsproducten, sondern erhält auch noch außerdem eine ziemlich ergiebige Lüftung.

Gerade vertical über der Flamme findet sich eine Öffnung in dem Rohre *e*, durch welche anfänglich die heißen Gase durch *c* entweichen; sind die Röhren kräftig angeheizt, dann wird durch den Luftstrom in *e* und *d* die Flamme um *b* herüber angesogen und die Gase ziehen nun auch durch *d* und *e* ab. Der Siemens-Regenerativbrenner liefert eine große Ersparnis an Gas, ruhiges weißes Licht, keine Luftverunreinigung; eignet sich aber nur für große, hohe Räume und braucht einige Zeit, ehe er seine volle Leuchtkraft entfaltet.

Auf ähnlichem Princip, d. h. auf der Nutzbarmachung der Verbrennungswärme zur Vorwärmung des Gases und der Verbrennungsluft, sind in neuerer Zeit vielerlei Lampen construiert worden (Wenhamlampe u. dgl.). Sie werfen das Licht direct abwärts.

Der Kohlenstoff der leuchtenden Flamme kann auch durch irgend einen anderen Körper, der durch eine heiße Flamme ins Glühen geräth, vertreten werden. Dies ist z. B. bei dem Auer'schen Glühlicht der Fall; es wird dabei ein Gewebe, welches vermuthlich mit alkalischen Erden, wie Cer, Lanthan, Yttrium durchtränkt ist, in den Flammenkegel eines besonders construierten Bunsenbrenners, der mit einem Zugcylinder umgeben ist, aufgehängt und geräth in Weißglut. Das Gewebe aus Baumwollenstoff wird durch die Hitze zerstört und es verbleibt ein Gerüste der unverbrennlichen Materialien. Leider ist letzteres sehr zerbrechlich und fehlt hierdurch dem Lichte eine allgemeine praktische Verwertbarkeit. Das Licht ist ruhig, kann in verschiedenem Farbenton erzeugt werden. Die Ausnützung des Gases ist eine sehr günstige. Nach vielen Versuchen des Verfassers wurde im Durchschnitt für 1 m^3 Gas und Stunde nach längerem Gebrauch des Brenners 160 Normalkerzen Helligkeit erhalten. Sehr bemerkenswert dabei ist noch außerdem, dass das Auer'sche Glühlicht eine kleine Lichtquelle ist und etwa 70 bis 75 *l* Gas für die Stunde consumiert; für die Beleuchtung der Wohnräume wäre diese Lichtquelle also sehr wertvoll, wenn das Gewebe nicht leider zu brüchig genannt werden müsste. Der betretene Weg fordert aber entschieden zu weiterer Verfolgung auf.

Die elektrische Beleuchtung.

a) Bogen- und Glühlicht.

Das elektrische Licht entsteht durch Einschaltung eines Widerstandes in einen elektrischen Strom von genügender Stromstärke; so kommt der bekannte Volta'sche Flammenbogen dadurch zu Stande, dass man die mit den beiden Polen in Verbindung stehenden Drähte

wohl einander nähert, aber sie nicht in directen Contact bringt. Die metallische Leitung ist alsdann an einer Stelle unterbrochen und ein sehr schlechter Leiter der Elektricität — die Luft — dazwischen geschaltet.

Bei unseren heutigen Beleuchtungsarten lässt man den Volta'schen Lichtbogen zwischen zwei 3 bis 6 *mm* von einander entfernten Kohlenspitzen entstehen, wobei das bläulich gefärbte, mondscheinartige „Bogenlicht" gewonnen wird. Bei sehr hohen Spannungen, z. B. 20000 Volts, kann der Flammenbogen noch bei einem Abstand der Kohlenspitzen von 10—12 *cm* auftreten.

An dem Orte des Widerstandes geht je nach der Größe desselben ein verschieden großer Theil der elektrischen Bewegung in Wärme über; reicht diese hin, Kohlenpartikelchen genügend zu erhitzen, so gerathen sie in Rothglut und schließlich in blendendste Weißglut.

Betrachtet man die Kohlenspitzen, zwischen welchen das Bogenlicht auftritt, näher, so bemerkt man Formveränderungen an denselben. Jene Kohlenspitze, welche den positiven Pol bildet, nimmt allmählich an Substanz ab und wird kraterförmig ausgehöhlt. Die negative Kohle bleibt spitz und erhält sogar Auflagerungen von Kohlepartikelchen, welche von dem positiven Pol herübergerissen wurden. Die Temperatur der Kohlenenden ist



Fig. 91.

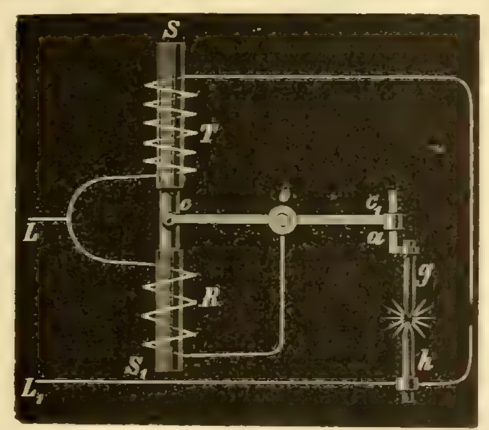


Fig. 92.

eine sehr bedeutende. Die positive Kohle hat 2400 bis 2900°, die negative 2100 bis 2500° (Rosetti). Die übergerissenen und zu erstaunlicher Glut erhitzten Kohlepartikelchen sind es, welche den hohen Glanz des Bogenlichtes erzeugen. Die positive Kohle wird ziemlich rasch aufgezehrt.

Fig. 91 gibt uns die bildliche Darstellung des Flammenbogens und der Kohlenspitzen. *c, g* sind schmelzende Beimengungen der Kohle.

Soll das Bogenlicht gleichmäßig sein, so müssen, abgesehen von der Gleichmäßigkeit der Elektricitätsentwickelung, die Kohlenspitzen stets gleich weit von einander abstehen. Da sie nun aber abbrennen, und zwar noch dazu ungleich, so ist eine besondere Regulationseinrichtung nothwendig, um den richtigen Abstand zu erhalten. Die sinnreichste und verbreitetste derartige Einrichtung ist die Hefner-Alteneck'sche Dif-

ferentiallampe (Fig. 92 und 93). Sie besteht aus einem cylindrischen Blechgehäuse, welches den Regulator enthält und die Kohlenspitzen trägt, und einer Milchglaskugel, welche das grelle Licht des Flammenbogens mildert. Den Regulator zeigt schematisch gehalten Fig. 92. Der Leitungsdraht L theilt sich in die beiden Spulen T aus feinem und R aus starkem Draht. S, S_1 ist ein Eisenstab, der an dem Hebel COC_1 befestigt ist, O bleibt der Drehpunkt.

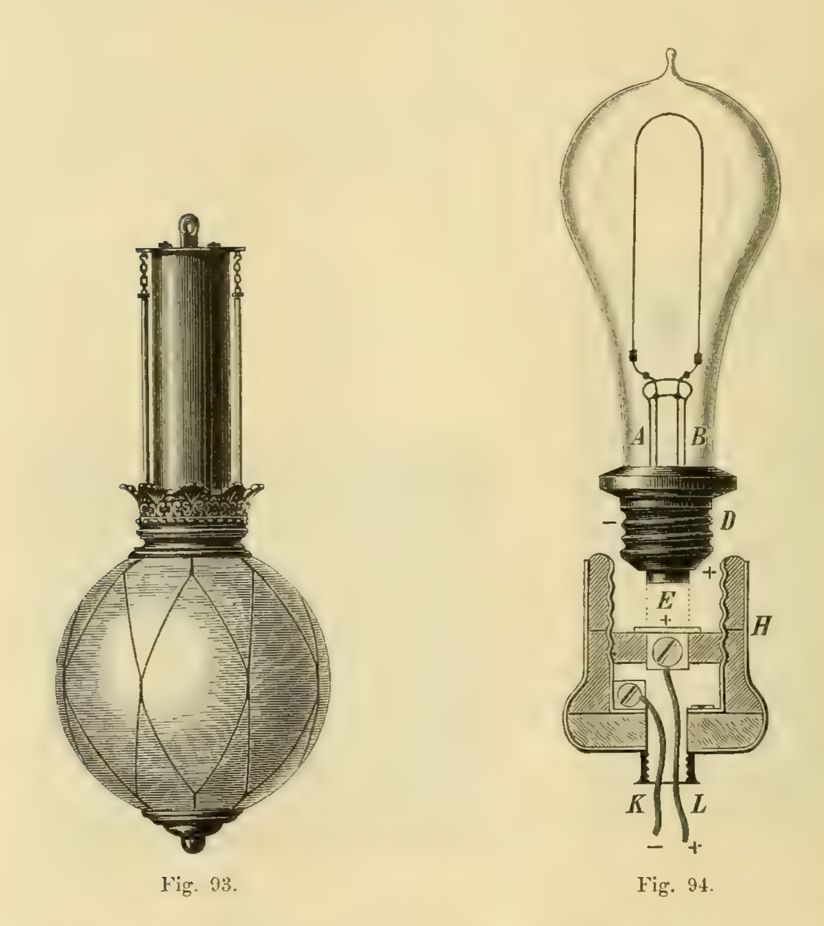


Fig. 93. Fig. 94.

Der Hauptstrom durchläuft die Rolle R, dann die Kohlenspitzen und tritt bei L_1 aus. Liegen die Kohlenspitzen enge aneinander, so wird durch den kräftigen Strom der Spule R das Eisen magnetisch und wird in die Spule hereingezogen. Durch Vermittlung des Hebels trennen sich nun die Spitzen und der Flammenbogen entsteht. Umgekehrt verhält es sich, wenn durch Abbrennen der Kohlen der Widerstand für den Hauptstrom durch $g\ h$ zu groß wird. Es nimmt dann die Stärke des Nebenstromes in T zu, S wird in die Spule T gezogen und die Kohlenspitzen nähern sich, bis die Wirkung der Spulen T und R im Gleichgewichte steht.

Eine zweite elektrische Beleuchtungsart stellen die Glühlampen dar: eine in Deutschland ziemlich allgemein adoptierte Form der Glühlampen zeigt Fig. 94. Dieselbe besteht aus einer luftleeren Glaskugel von Form und Größe einer Birne, in welche eine meist U-förmig gebogene, verkohlte Bambusfaser eingeschlossen ist und durch den Strom zur Weißglut erwärmt wird. Die Kugel ist oben etwas ausgezogen; dieser Ansatz dient zum Luftleermachen der Kugel. Da kein Sauerstoff vorhanden ist, so kann der Kohlenfaden nicht verbrennen und hält sich lange. Das Glühlicht hat nicht die bläuliche Farbe des Bogenlichts, sondern erinnert mehr an das Gaslicht.

b) Lichterzeugung.

Die Elektricität zu Beleuchtungszwecken kann in mannigfacher Weise hergestellt werden; am zweckmäßigsten verwendet man aber die durch Magnetinduction gewonnenen Ströme.

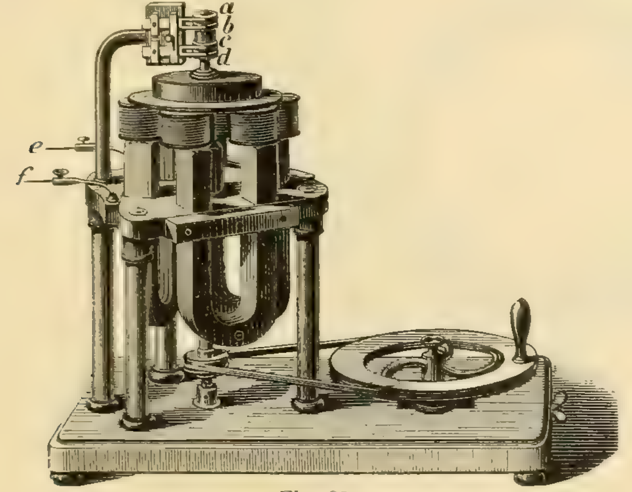


Fig. 95.

Wenn man einer Spule von Kupferdraht einen Magnet rasch nähert oder rasch davon entfernt, so entsteht im Momente der Annäherung oder Entfernung in der Spirale ein mit Hilfe eines Multiplicators leicht nachweisbarer „Inductionsstrom“, der bei der Annäherung den Molecularströmen im Magneten entgegengesetzt, bei der Entfernung des Magneten von der Inductionsrolle aber den Molekularströmen gleich gerichtet ist. Die Richtung der Ströme ist auch verschieden, je nachdem man den Südpol oder den Nordpol eines Magnetes der Inductionsrolle nähert. Auf diesen wenigen und einfachen Grundsätzen basiert die Herstellung der Elektricität im Großen zu Beleuchtungszwecken.

Die Inductionsströme sind stets das Product einer Arbeitsleistung, nämlich der Ortsänderung des Magneten oder der Spulen. Je mehr man Elektricität erhalten will, desto öfter muss man den Magnet heranbewegen oder entfernen.

Um andauernde Ströme zu erhalten, stellt man nun Magnete auf und bewegt sie an ebenso zahlreichen Drahtspulen vorüber, was am

besten dadurch geschieht, dass man die Spiralen und Magnete kreisförmig ordnet, die Magnete also etwa als Rad sich aufgestellt und vor den Spulen rotierend denkt. Da die Magnete weit schwerer als die Drahtspulen sind, so hat man die Einrichtung auch insofern modificiert, als man vor feststehenden Magneten die Spulen rotieren lässt. Fig. 95 stellt die einfachste derartige Einrichtung dar. Solche Magnetinductionsmaschinen liefern Elektricität, welche in ihrer Strömungsrichtung fortwährend wechselt; in dem einen Momente stehen die Spiralen sämmtlich den Nordpolen der Magnete, im nächsten Moment aber den Südpolen gegenüber. Man nennt deswegen auch Maschinen, die nach diesem Systeme gebaut sind, Wechselstrommaschinen.

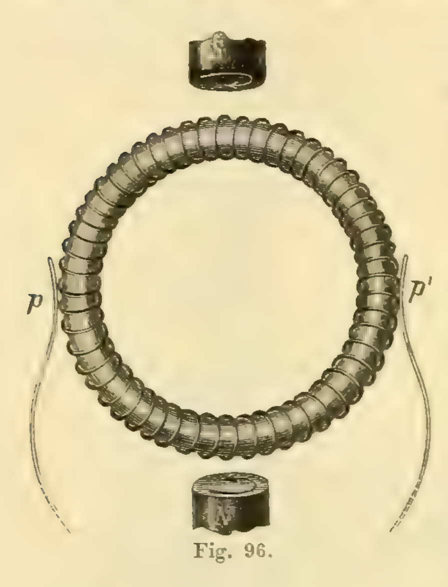


Fig. 96.

Eine Änderung und Verstärkung und zu gleicher Zeit gracileren Bau erhielten die Maschinen in dem Ersatz der schweren Eisenmagnete durch die Elektromagnete. Auch gleich gerichtete Ströme konnte man durch die Einrichtung von „Commutatoren" erhalten. (Fig. 95, a, b, c, d.)

Der wesentlichste Fortschritt und die heutige Entwickelung der elektrischen Beleuchtung beginnt mit der Erfindung von Dynamomaschinen mit gleich gerichteten Strömen. Das Hindernis, gleich gerichtete Ströme zu erhalten, lag im Wesentlichen darin, dass bei den bisher betrachteten Maschinen bald ein Südpol bald ein Nordpol den Rollen gegenüber stand. Man würde aber offenbar gleich gerichtete Ströme erhalten haben, wenn die Rollen, ehe sie den nächsten Pol erreichen, sich selbst um ihre Achse umdrehten. Dieses schwierige Problem hat Pacinotti in Pisa durch Erfindung des Ringinductors gelöst (Fig. 96).

Zwischen den Polen zweier Magnete oder Elektromagnete rotiert ein Ring aus weichem Eisen oder Eisendrähten, der in einer Tour mit gut isoliertem Kupferdraht umwunden ist. Der dem Südpol gegenüber liegende Theil wird nun durch Induction nordpolarisch, der dem Nordpol gegenüberliegende südpolarisch, und je rascher man den Ring dreht, um so schneller kommen die einzelnen Theilchen unter den Einfluss der Pole und umsomehr wird Elektricität erzeugt. Bei p_1 und p, welche gerade gleichweit von den Polen entfernt sind, wird keine Elektricität erregt.

Die beiden erregten südpolarischen und nordpolarischen Ströme stören sich aber nicht, weil durch die ringförmige Anordnung des Inductors jeder Theil der Rolle, indem er von einem Pol zum anderen kreist, gerade auch eine Umdrehung um seine Achse gemacht hat. Die fortwährend im Inductor kreisenden Ströme werden bie p_1 und p durch Contact schleifender Federn abgeleitet und sind gleichgerichtet.

Aus diesen Anfängen sind die neueren Lichtmaschinen hervorgegangen. Von diesen mag die Dynamomaschine von Edison, weil sie am leichtesten einen Überblick gestattet, hier kurz beschrieben sein. Bei ihr liegt ein gewaltiger Elektromagnet A A_1 A_2 A_3 mit den Polenden auf einer massiven Unterlage auf (Fig. 97). Die beiden Pole A A_3 sind stark verbreitet und halbmondförmig ausgehöhlt. In dieser

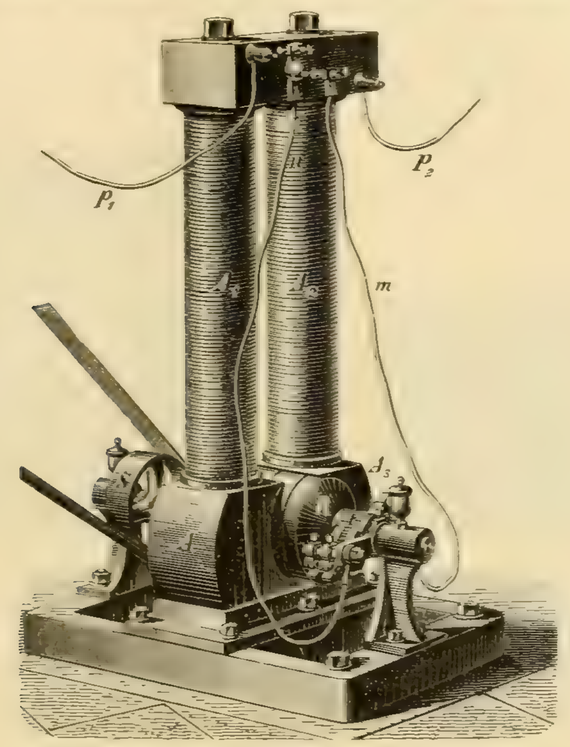


Fig. 97.

Höhlung liegt der cylindrische Ringinductor, oder, wie er auch genannt wird, der Anker R und dreht sich, durch das Rad S mit der Transmission in Verbindung, in wohlgeöltem Lager. Der Anker hat die Form einer liegenden Trommel. Die Kupferdrähte, mit denen er umsponnen ist, enden alle wohl isoliert an dem Achsenlager (t). Auf der Achse schleifen (den Punkten p und p_1 des Ringinductors entsprechend) um 180° getrennt mehrere Bürsten aus Kupferdraht — die Stromsammler, welche die entwickelte Elektricität ableiten.

Wichtig ist nun die Art und Weise, in welcher die Drahtleitung der Dynamomaschine verläuft: die letzteren versehen fasst alle durch die in ihnen selbst erzeugte Elektricität ihren Elektromagneten. Da ist nun einerseits die Einrichtung getroffen, dass die aus dem Stromsammler austretende Elektricität erst den Elektromagnet, beziehungsweise die Drahtwickelung A_1 und A_2 durchsetzt, ehe sie durch p_1 p_2 zur Lampe gelangt. Die erhöhte Leistung des Ankers steigert die Kraft des Magneten und letzterer vermehrt nun wieder den Erfolg der Drehung des

Ankers u. s. w., bis die Maschine an die Grenze der Arbeitsfähigkeit gelangt ist. Man erhält hochgespannte Elektricität, wie sie sich namentlich zum Betriebe der Bogenlampen eignet.

Es gibt aber noch andere Anordnungen für den Strom; es kann z. B. die Hauptmenge des Stromes durch n, m, p_1 p_2 der Beleuchtung zufließen, und in Nebenschließung sind die den Elektromagnet umkreisenden Drähte (Shunt-Dynamo). Schaltet man in diese Nebenschließung einen regulierbaren Widerstand, z. B. einen Eisendraht ein, so kann man einen beliebigen Bruchtheil des Hauptstromes um den Elektromagneten senden und Elektricität von sehr gleichmäßiger, beliebiger Spannung erhalten. (Fig. 98 zeigt schematisch dieses Verhältnis. *A* ist der Anker, *B C* die Hauptleitung, *R* der regulierbare Widerstand in der Nebenschließung.

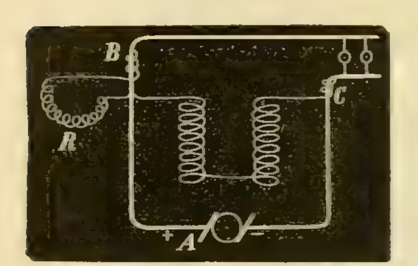


Fig. 98.

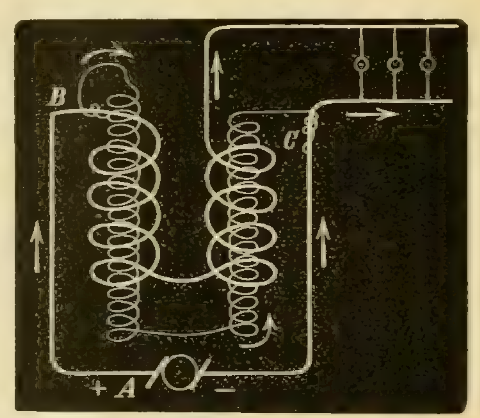


Fig. 99.

Eine dritte Einrichtung besteht in einer selbstregulierenden Wickelung. Der Elektromagnet Fig. 99 findet sich von *B* und *C* abgehend in Nebenschließung; außerdem aber geht der Hauptstrom von *B* ab in einer dem Elektromagneten entgegengesetzten Wickelung um denselben herum (Compound-Dynamo). Übersteigt die Stromintensität eine gewisse Grenze, so schwächt die Umwickelung mit dem Hauptdraht den Elektromagneten. Die beiden letztgenannten Einrichtungen werden für die Glühlichtbeleuchtung verwendet.

In neuerer Zeit werden Wechselstrommaschinen für Bogenlampen häufig angewendet.

Eine Abart des Wechselstromes sind die jüngst erst benützten Drehströme; sie eignen sich ganz besonders zur Kraftübertragung d. h. zum Betriebe von Kraftmaschinen durch Elektricität.

Die Kraftübertragung und Fortleitung von Elektricität nach anderen Orten scheint nur rationell und ohne allzugroße Verluste ausführbar, wenn Ströme von sehr hoher Spannung benützt werden. Eine Erhöhung der Spannkraft bis auf 15—20000 Volts lassen die Transformatoren erreichen. Innerhalb von Städten würden derartige Ströme die größten Gefahren bedingen; weshalb eine Erniedriguug der Spannung durchzuführen ist.

Als treibende Kraft für die Lichtmaschinen können Turbinen, Dampfmaschinen geeigneter Construction verwendet werden; immer jedoch sind sehr bedeutende Zahlen von Umdrehungen des Ankers nothwendig (1200 pro Minute und mehr). Gleichmäßigkeit der treibenden Kraft bedingt allein eine Gleichmäßigkeit des Lichtes.

Die erzeugte Elektricität kann aufgespeichert werden und muss nicht immer sofort Verwendung finden. Die Aufspeicherung gewährt dieselben Vorzüge, die wir auch durch die Verwendung des Gasometers in der Gasbeleuchtung erzielen. Die Einrichtung zur Aufspeicherung der Elektricität nennt man Secundärelement oder Accumulatoren. Sie bestehen aus Bleiplatten (Planté) oder Bleiplatten mit Mennige überstrichen, welche durch Streifen von Gummi von einander isoliert und dann aufgerollt werden (Faure), mit welchen die Zuleitungsdrähte verbunden werden. Die Platten sind in Batteriegläser eingeschlossen und das Glas mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt. Die negative Elektrode ist doppelt so groß als die positive. Der den Accumulator (füllende) ladende Strom muss gleichmäßig sein, weil bei jeder Schwächung des Stromes der Accumulator sich sofort entlädt, oder wenn der Strom nicht gleichmäßig ist, muss ein besonderer Stromregler (nach Hospitalier) eingeschaltet werden. Bei der Ladung belädt sich die eine Bleiplatte mit Bleihyperoxyd, die andere Platte wird metallisch blank. Die Elektricität wird nicht als solche aufgespeichert, sondern nur die durch die Elektricität erzeugten Umwandlungsproducte der Bleiplatten.

Zur Messung der bei centraler Elektricitatsversorgung dem einzelnen Consumenten zugeführten Elektricitätsmenge dienen in neuerer Zeit die allermannigfaltigsten Vorrichtungen.

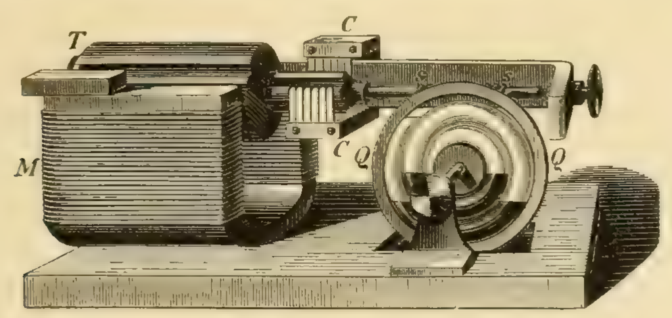


Fig. 100.

Man unterscheidet elektrochemische Verbrauchsmesser, bei welchen ein kleiner Bruchtheil des Gesammtstrommes dazu benützt wird, z. B. auf einer Elektrode Metall abzulegen, welches in gewissen Zeiträumen gewogen wird; Gasexpansionsmesser, bei welchen angesäuertes Wasser elektrolytisch getrennt wird; Wechselstrommesser (Ferranti), elektromechanische und elektromotorische u. s. w.

Eine elektromotorische Einrichtung ist es, welche die Abbildung Fig. 100 klar legt. Von der Hauptleitung des Stromes geht ein kleiner Bruchtheil als Zweigstrom bei *C C* in die Windungen des Ankers *T*, der innerhalb des U-förmigen Magnetes *M* sich befindet. Wie wir Elektricität erzeugen, indem wir den Anker vor den Polen eines Magnetes drehen, so erhalten wir umgekehrt eine selbstthätige Bewegung des Ankers, sobald wir durch den Elektromagneten einen Strom hindurch schicken, und die Bewegung wird durch die Spindel *S S* auf das Rädchen *Q* übertragen. Das Rädchen besteht aus einer Schnecke aus Glas, deren Anfangs- und Endtheil miteinander verbunden ist und deren Inneres zum größten

Theil mit Quecksilber gefüllt, der Drehung des Rades einen constanten Widerstand entgegensetzt. Die Zahl der Umdrehungen wird ähnlich wie bei der Gasuhr abgelesen.

Das Bogenlicht stellt im Allgemeinen eine bedeutende Lichtquelle dar von mehreren hundert bis mehreren tausend Kerzen Helligkeit, welche aber nicht nach jeder Richtung hin gleichmäßig vertheilt ist. Das Mittel des nach verschiedenen Richtungen hin abgegebenen Lichtes nennt man die räumliche Helligkeit. Eine Bogenlampe zeigte horizontal seitlich gemessen 456 Kerzen, in 50° Neigung hierzu aber 3250 Kerzen und räumlich 1145 Kerzen Helligkeit.

Die Glühlampen liefern nur zwischen 10 bis 100 Kerzen, sind also geringem Lichtbedürfnis entsprechend; doch kann man mit jeder Glühlampe auch sehr hohe Lichtstärken erreichen, z. B. mit einer für 10 Kerzen bestimmten Kerze bei genügend starkem Strom auch 100 Kerzen und darüber erreichen, aber nur auf Kosten der Dauer der Lampe. Mit allzustarken Strömen betriebene Lampen gehen durch Zerstörung des Kohlenfadens in wenigen Secunden zu Grunde. Als mittlere Dauer einer normal behandelten Lampe kann man 1500 Brennstunden annehmen (E. Fodor). Daraus folgt auch die schon früher hervorgehobene Nothwendigkeit, Dynamomaschinen mit sehr gleichmäßiger Stromstärke zu verwenden, den Shunt- und Compound-Dynamo.

Begriff und Bestimmung der Lichtstärke.

So empfindlich das menschliche Auge auch in der Lichtwahrnehmung ist, ist es doch nicht im Stande, ohne weitere Hilfsmittel die Lichtintensität einer Lichtquelle zu erkennen, d. h. anzugeben, wie viel mal eine Lichtquelle stärker ist als eine andere. Der Grund für dieses Unvermögen wird leicht einzusehen sein, wenn man erwägt, dass die Lichtmenge, welche auf die Netzhaut unseres Auges fällt, nicht allein von der Menge des Lichtes, welches das Auge trifft, abhängig ist, sondern durch die Iris und durch die Enge oder Weite der Pupille reguliert wird; je größer die Lichtmenge, um so enger wird die letztere. Die Quantitäten des die Netzhaut erregenden Lichtes sind also nicht proportional der Lichtintensität der Lichtquellen und schon damit ist ja die Function des Auges als eines lichtmessenden Hilfsmittels hinfällig. Die Pupille steht aber auch noch in ihrer Weite in Beziehung zur Convergenz der Augenachsen. Je mehr die Augen convergieren, umsomehr vergrößert sich die Pupille.

So kann das Auge also nie als Lichtmessapparat oder Photometer benützt werden und doch gibt es wieder kein Photometer, das sich nicht des Auges bediente. Licht ist im Weltraume nur vorhanden, insoweit Aetherwellen vor der Netzhaut gefühlt werden.

Das Auge besitzt eine sehr große Empfindlichkeit in der Beurtheilung von Helligkeitsunterschieden. Wir vermögen mit aller Sicherheit zu sagen, zwei Flächen seien ungleich hell, wenn der Unterschied nur $^1/_{150}$ bis $^1/_{186}$ beträgt (Helmholtz, Fechner, Masson). Alle Lichtmessmethoden fußen auf dieser Thatsache. Man sucht durch Änderung des Abstandes der zu untersuchenden Lichtquellen von zwei Flächen, welche diese Lichtquellen erleuchten, es dahin zu bringen, dass

beide anscheinend gleiche Helligkeit besitzen. Wir irren uns dann in der Beurtheilung um weniger als $^1/_{150}$ bis $^1/_{180}$; doch sollen die Flächen nicht zu schwach beleuchtet sein, weil mit sinkender Helligkeit die Unterschiedsempfindlichkeit geringer wird: am günstigsten ist der Helligkeitsgrad des diffusen Tageslichtes. Die Abstände der zu vergleichenden Lichtquellen von den Flächen, welche sie gleichmäßig erhellen, lassen alsdann die Lichtintensität (Quantität) leicht berechnen. Steht die eine Flamme zwei-, drei-, viermal so weit von der Fläche ab, als die andere, so muss ihre Lichtmenge, um in der doppelteu, dreifachen und vierfachen Entfernung noch gleiche Helligkeit zu erreichen, viermal, neunmal, sechzehnmal so groß sein, als die andere Lichtquelle, da ja das Licht mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt.

Nach „Kerzen" lässt sich jederzeit die Helligkeit irgend einer punktförmigen Lichtquelle genau bezeichnen. Man würde jedoch irren, wenn man der Meinung sich hingäbe, dass nach allen Richtungen des Raumes die Helligkeit einer Lichtquelle die gleiche sein müsse; es ist das, wie wir schon oben bei dem Bogenlicht angegeben haben, durchaus nicht der Fall. Daher muss in vielen Fällen unter verschiedenen Winkeln die ausgestrahlte Lichtmenge gemessen werden; das Mittel aus einer Reihe solcher Beobachtungen nennt man die mittlere räumliche Intensität. Für eine zweckmäßige Aufstellung der Lampen und anderen Lichtquellen ist ihre Kenntnis dringend erforderlich.

Die Photometrie verfolgt in vielen Fällen noch eine zweite wichtige Aufgabe, welche in der Bestimmung des Beleuchtungseffectes besteht. Wir wünschen dabei zu erfahren, wie viel Licht den einzelnen beleuchteten Gegenständen in unserer Umgebung zugetheilt ist. Eine derartige Bestimmung wird z. B. nothwendig, wenn die Entfernung der Lichtquelle von dem beleuchteten Objecte unbekannt ist, oder wenn es sich, wie bei dem diffusen Tageslicht, um keine punktförmige Lichtquelle handelt, oder wenn es sich um die viel verschlungene Wirkung punktförmiger Lichtquellen und reflectierten Lichtes wie in unseren Wohnräumen handelt. Die namentlich für den letztgenannten Fall früher geübte Bezeichnungsweise, dass man die in Kerzen ausgedrückte Helligkeit für den Quadratmeter Bodenfläche, welcher zu erleuchten war, berechnete, war durchaus fehlerhaft. Gerade die Bestimmung des Beleuchtungseffectes ist eine nicht minder universelle, im gewöhnlichen Leben tausendfältig wiederkehrende Aufgabe. Wie soll nun der Beleuchtungseffect gemessen werden?

Das diffuse Licht eines Raumes vergleichen wir mit der Helligkeit eines Gegenstandes, welche durch eine in einer bestimmten Entfernung — 1 *m* — dem zu beleuchtenden Gegenstande gegenüber aufgestellte Normalkerze erreicht wird. Diese Einheit nennen wir „Meterkerze"; die von Wybauw vorgeschlagene Bezeichnung „Lux" ist vollkommen unnöthig.

Die Methoden, welche die beiden Fundamentalfragen der Photometrie zu lösen im Stande sind, seien in Folgendem des Näheren beschrieben. Auf die vielfachen Modificationen der Photometrie kann jedoch nicht näher eingegangen werden.

Als Lichteinheit ist zur Zeit in Deutschland die „Normalparaffinkerze" angenommen. Sie hat 20 *mm* Durchmesser. Der Docht besteht aus 24 geflochtenen Baumwollfäden und wiegt für den Meter

668 *mg*. In den Docht der Normalkerze wird ein rother Faden eingeflochten. Das Paraffin der Kerze schmilzt bei 55°. Die Flammenhöhe muss zur Zeit der Messung genau 50 *mm* Höhe betragen. Die deutsche Normalkerze entspricht 0·887 Münchener Stearinkerzen, 0·977 englischen (Normal) Walrathkerzen und 0·132 Carcelbrenner der französischen Lichteinheit. Ganz zuverlässig sind alle die genannten Lichteinheiten nicht; sie schwanken in ihrer Helligkeit und es muss daher genauestens auf die normale Flammenhöhe geachtet werden. Die Versuche, andere beständigere Lichtquellen zu finden, haben bis jetzt voll befriedigende Resultate noch nicht gegeben, oder die Methoden sind doch so compliciert, dass von einer allgemeinen Einführung nicht die Rede sein kann.

Vielfach macht man in Deutschland noch Angaben nach „Kerzen", welche ganz willkürlich gewählt sind, oft nur die Hälfte der Lichtstärke der Normalkerze haben. In neuester Zeit findet bei Lichtmessungen die von Hefner-Alteneck angegebene Amylacetatlampe häufig Verwendung; sie zeichnet sich durch ausserordentliche Regelmässigkeit des Lichtes vortheilhaft vor den Kerzen aus.

a Bestimmung der Intensität einer punktförmigen Lichtquelle.

Wenn man von dem älteren Rumford'schen Schattenphotometer absieht, als einem für exactere Bestimmungen wenig brauchbaren Instrumente, so bleiben zwei wichtige Lichtmessmethoden zu besprechen.

1. *Das Bunsen'sche Fettfleckphotometer.*

Zwischen zwei Lichtquellen der Normalkerze und der zu messenden Flamme, wird ein Schirm von weißem Papier, der in der Mitte einen Fettfleck trägt, eingesetzt. Bei durchfallendem Licht scheint der Fettfleck hell auf dunklem Grunde, weil die gefettete Stelle mehr Licht durchtreten lässt als das nicht geölte Papier und bei auffallendem Licht wird der Fettfleck dunkel auf hellem Grunde erscheinen müssen, weil die gefettete Stelle am wenigsten Licht reflectiert, die nicht gefettete aber mehr. Sonach muss es auch eine mittlere Stellung geben, bei welcher der Fettfleck verschwindet, nämlich wenn die Lichtmengen, welche der Schirm von der Vorderseite und von der Rückseite erhält, gerade gleich sind; denn dann gewinnen der geölte, wie der nicht geölte Theil des Schirmes jene Lichtmenge wieder, welche bei einseitiger Beleuchtung durch die Durchlässigkeit des Papiers in Verlust gieng.

Diese theoretische Schlussfolgerung trifft bei der Ausführung nicht ganz zu, weil ja das Licht nicht nur reflectiert oder durchgelassen, sondern auch absorbiert d. h. in der Substanz des Papiers in Wärme übergeführt wird. Und dieses Absorptionsvermögen ist bei den geölten und nicht geölten Theil ungleich; folglich kann auch der Fettfleck nicht auf beiden Seiten besehen, zur selben Zeit verschwinden

Wollte man sich aber jedesmal nur an das Verschwinden des Fettfleckes an der einen Seite als Kriterium halten, so würden alle Messungen entweder zu groß, oder zu klein ausfallen müssen. Man kann aber diesen Fehler leicht vermeiden, wenn man in einem Vorversuche mit Normallicht eine Gasflamme so reguliert, dass von der Seite der Gasflamme besehen, der Fettfleck eben schwindet, und wenn man dann an Stelle des Normallichtes die zu untersuchende Lichtquelle bringt. Unrichtig war dann nur die Lichtstärke der Hilfsgasflamme, und zwar um jene Lichtmenge zu groß, welche nothwendig ist, den Fettfleck, der bei vollkommen gleichen Abstand zweier gleicher Lichtquellen noch bestehen bleibt, verschwinden zu machen. Der Fehler betrifft also nur diese Hilfsflamme und ist aus den Resultaten der Beobachtung vollkommen eliminiert.

Die nähere Einrichtung des Bunsen'schen Photometers gibt Fig 101. Auf einer Messingschiene *gg* befindet sich an dem einen Ende die Normalkerze *e*, an dem anderen Ende die zu untersuchende Flamme *h*, im gegebenen Falle eine Gasflamme, deren Consum in der Gasuhr *b* gemessen wird. Außerdem gleitet auf der Messtange das trommelartige Gefäß *K*, in welchem die Hilfslichtquelle — eine kleine Gasflamme

— brennt, deren Verbrennungsproducte durch Öffnungen am oberen Theile von *K* entweichen. Die eine Seite der Trommel ist geschlossen durch den abklappbaren Deckel *c*; dieser ist in der Mitte ausgeschnitten und in diesen Ausschnitt bringt man das Fettfleckpapier (Diaphragma), das besonders sorgfältig zubereitet sein muss. Gegenüber dem Diaphragma trägt die hintere Wand von *K* eine fingergroße Öffnung, vor welcher der Spiegel *a* dem vor *K* Stehenden das Bild des Fettfleckes zeigt. In dem Gasführungsschlauch *f* schaltet man zweckmäßigerweise einen Glashahn ein; ebenso scheint es nach den Erfahrungen des Verfassers zweckmäßig zu sein, seitlich in *K* in der Höhe des Flämmchens eine feine Öffnung anzubringen und dieser gegenüber an der inneren Wand von *K* einen Spiegel mit Millimetertheilung, so dass man jederzeit den Höhenstand des Flämmchens exact messen und controlieren kann.

Bei Ausführung des Versuches rückt man nun *K* an *e* heran, bis ein an *gg* angebrachter Stift die Annäherung hindert; dreht *K* um die Achse und stellt das Diaphragma somit der Kerze gegenüber. Nun zünde man in *K* das Flämmchen an, controliere mit einem Zirkel oder besser durch Spiegelablesung die Höhe der Normalflamme und wenn diese genau 50 *mm* beträgt, so stellt man das Flämmchen in *K* so ein, dass eben der Fettfleck verschwindet, was sich namentlich mittelst des leicht verstellbaren Glashahnes gut erreichen lässt. Dann dreht man *K* um 180° der Flamme zu und controliert die Höhe des Flämmchens am Spiegelmaß. Der Abstand des Diaphragmas von *e* beträgt gewöhnlich 20 *cm*; rücke ich mit *K* auf der Messlatte an *h* bis auf 20 *cm* heran, so würde das Verschwinden des Fettfleckes garade 1 Kerze Helligkeit bedeuten, in 40 *cm* Entfernung aber schon 4 Kerzen, in 80 *cm* 16 Kerzen u. s. w. Dieser Berechnung ist man aber überhoben, weil die Messlatte nicht nach Centimetern, sondern schon nach Lichtstärken eingetheilt ist. Man macht nie eine Ablesung, sondern deren mehrere, wobei man das einemal von einem über der wirklichen Lichtstärke liegenden Punkt, das

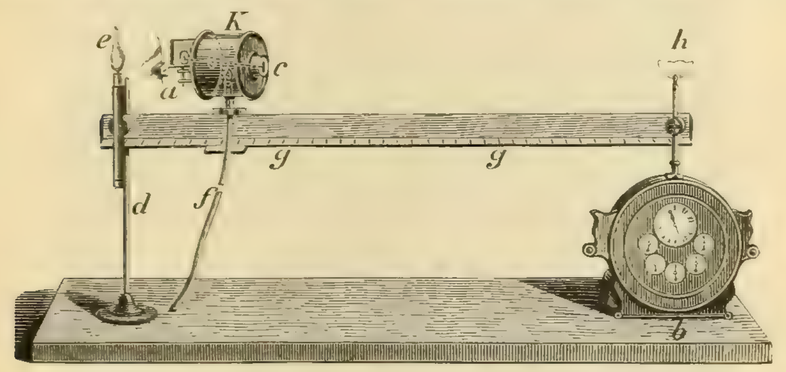


Fig. 101.

anderemal von einem unterhalb derselben liegenden Punkt ausgeht. Das Photometer wird in einem schwarz ausgestrichenen Raume aufgestellt; die Temperatur des Raumes soll constant sein. Die Menge des verbrannten Kerzenmaterials, des Petroleums, das Volum des Gases u. s. w. muss genau bestimmt werden. Gas, dessen Lichtstärke geprüft wird, darf nicht durch Kautschukschläuche geleitet werden; die Gasuhren müssen sorgfältig auf die Genauigkeit der Angaben geprüft. Druck und Temperatur des Gases bekannt sein.

Die angewendeten Brenner sind nur in tadellosem Zustande zu verwenden und müssen von gehöriger Schnittweite sein. Insoweit Glascylinder, wie bei den Lampen z. B., zur Benutzung kommen, sind nur solche aus reinem, wohlgeputztem Glase zu verwenden.

Das Bunsen'sche Photometer eignet sich nicht zur Messung des Tageslichtes; auch bei Vergleichung von Lichtquellen verschiedener Färbung ist es fast unmöglich, brauchbare Zahlen zu erhalten.

2. *Das Weber'sche Photometer.*

Zu mannigfacherer Verwendung als das Bunsen'sche Photometer ist das Weber'sche tauglich; das Rohr *B* (s. Fig. 102) trägt seitlich das nahezu gleich große Ansatzrohr *A*. *B* ist in einer verticalen Ebene drehbar; es ist ferner seiner ganzen Länge nach in zwei

Theile getheilt, so dass das Auge bei *o* in der einen Hälfte des Gesichtsfeldes durch den Trichteransatz *K* auf die zu untersuchende Lichtquelle blickt, indes die andere Hälfte des Rohres *q* zwar beigeschlossen ist, aber durch ein Reflexionsprisma *p* Licht aus der Röhre *A* erhält. In *A* befindet sich nun das Licht *K*,[1], das zur Vergleichung und Messung dient. Es ist dies eine Benzinkerze, wohl regulierbar, deren Höhe genauestens durch eine Spiegelscala bei *c* reguliert werden kann. Das Licht gelangt nicht direct nach *p* und *o*, sondern es ist im Innern von *A* ein Milchglasschirm *f*, der durch die Schraube *v* innerhalb des Rohres verschoben werden kann, zwischengeschaltet, dessen Entfernung von der Benzinkerze an der Theilung *z* in Millimetern abgelesen werden kann. Je weiter man *f* von *c* wegrückt, um so schwächer wird das Licht, welches die Milchglasscheibe verlässt und nach *p* und *o* gelangt.

Das zu untersuchende Licht wird bei *k* meist nicht direct beobachtet, sondern auch hier eine matte Glasscheibe oder Milchglas vorgelegt; die Entfernung des Lichtes von der Glasplatte bei *k* muss genau gemessen werden.

Bei Ausführung des Versuches beobachtet man bei *o* unter Drehung der Schraube *v* solange, bis beide Gesichtsfeldhälften gleiche Intensität zeigen.

In manchen Fällen ist es von Interesse, die Vergleichung zweier Lichtsorten für rothes oder grünes Licht etc. durchzuführen, dazu lassen sich bei *o* gefärbte Gläser einschieben.

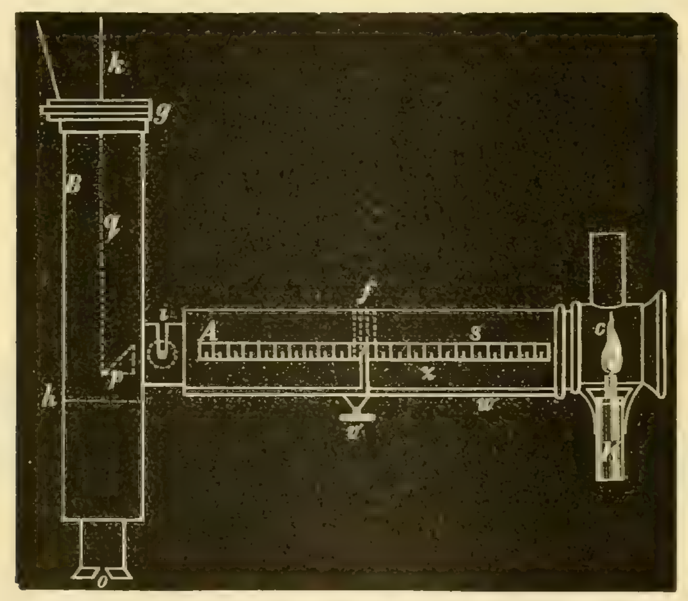


Fig. 102.

Sehr erleichtert wird die Beobachtung, wenn der Untersuchende nicht mit dem Angesicht gegen das Untersuchungsobject gerichtet ist, sondern seitlich zu diesem sich befindet; dies ist an den neueren Instrumenten durch Anbringen eines Reflexionsprimas bei *o* möglich.

Sind sehr starke Lichtquellen, welche nicht in beliebige Entfernung vom Photometer sich aufstellen lassen, zu messen, so legt man mehrere Milchglasplatten bei *k* vor. Die Berechnung der Lichtstärke gestaltet sich ziemlich einfach, wenn man erst weiß, um wie viel das Licht durch die eingeschalteten Milchglasplatten geschwächt wird; dies zu erfahren, wird die Normalkerze in genau gemessener Entfernung *R* vor dem Photometer aufgestellt und mit Berücksichtigung der Flammenhöhe nun gemessen, wie weit der Abstand des Schirmes *f* von *c* gemacht werden muss (*r*), um Lichtgleichheit zu erreichen. Die Quadrate der Entfernung der Normalkerze von *g* und der Vergleichs-

[1] Dasselbe hat bei dem Weber'schen Apparate circa ein Drittel einer Normalkerze.

flamme *c* von dem Schirme *f* werden einen Quotienten darstellen, der bei Beibehaltung derselben Milchglasplatten und derselben Größe des Lichtes *c* immer gleich bleiben muss, und unabhängig ist von der absoluten Entfernung des Normallichtes. Denn mache ich den Abstand des letzteren vom Photometer zwei- und dreimal so groß, so muss ganz entsprechend der Schirm *f* weiter von *c* abgerückt werden. Dieser Wert ist also eine Constante *C*, eine für alle Versuche gleichbleibende Zahl.

Für jede beliebige andere Lichtmessung hat man nur mehr die Entfernung nach obiger Bezeichnung zu beobachten und erhält als Intensität (*J*)

$$J = \frac{R^2}{r^2} \cdot C.$$

Meist liegen den Apparaten die Milchglasplatten bei mit bereits vom Optiker bestimmten Constanten.

b) Die Bestimmung des diffusen Lichtes.

Das Weber'sche Photometer eignet sich auch noch zu der sehr wichtigen Untersuchung des diffusen Tageslichtes; während man früher meist nur ungenaue Angaben über die diffuse Beleuchtung machen konnte, hat man in diesem Photometer ein verlässliches, exactes Messinstrument. Namentlich in bewohnten Räumen gibt das von den Wänden, der Decke, dem Boden u. s. w. reflectierte Licht der Rechnung schwer zugängliche Größen.

Zur Bestimmung des diffusen Tageslichtes stellt man das Photometer vor eine weiße, mit Papier überzogene Tafel von circa 20 *cm* im Quadrat auf und richtet auf diese den Tubus *k*. Es soll die Aufstellung so gewählt werden, dass nur das von der Tafel reflectierte diffuse Licht ins Photometer gelangen kann. Alsdann verfährt man genau, wie vorher beschrieben wurde; man verstellt *f* bis zur gleichen Helligkeit in *O*. Man drückt die gewonnenen Resultate in Meterkerzen aus, d. h. in jener Helligkeit, welche die weiße Fläche zeigt, wenn man ihr die Normalkerze in 1 *m* Entfernung gegenüberstellt. Da nun nur ein kleiner Bruchtheil des Lichtes dabei reflectiert, der größte Theil vielmehr absorbiert wird, so ändern sich dabei selbstverständlich die Constanten für die Glasplatten (C_1). Sie lassen sich aber in entsprechend einfacher Weise bestimmen; man stellt hierzu die Normalkerze in gemessener Entfernung von dem weißen Schirm und visiert mit dem Photometer auf denselben. Drückt man die Entfernung nach Centimetern aus und ist C_1 die neue Constante, *r*, wie früher die Entfernung *f c*, so hat man als diffuses Licht (*h*) ausgedrückt in Meterkerzen

$$h = \frac{10.000}{r^2} C_1$$

also auch hier ein einfaches Ergebnis; die Messung ist unabhängig von der geringeren oder größeren Helligkeit des Schirmes, wenn man die Constanten für die betreffende Fläche festgestellt hat.

c) Vergleichung verschiedenfarbiger Lichtquellen.

Eine weitere äußerst schwierige Aufgabe erwächst der Photometrie, wenn es sich um Vergleichung von Lichtquellen handelt, deren Farbe etwas verschieden ist, wie z. B. bei Bogen- und Kerzenlicht, oder letzterem und dem Auer'schen Gaslicht mit bläulicher Farbe. Man wird auch bei sorgfältigstem Arbeiten mit dem Bunsen'schen Photometer stets die erheblichsten Schwierigkeiten haben, den Endpunkt für die Beobachtung zu finden.

Auch das Weber'sche Instrument gibt ohneweiters keine besseren Resultate; denn auch durch die Milchglasplatten erhält man keine Gleich-

heit der Farben. Einigermassen lässt sich die Schwierigkeit durch Anwendung farbiger Gläser umgehen; wir erhalten dabei leicht die beiden Gesichtsfeldhälften in einem vollkommen exact vergleichbaren Farbenton. Aber wenn wir durch ein rothes, blaues, oder grünes Glas beobachten, so vergleichen wir eben die rothen, grünen oder blauen Strahlen, aber nicht den Beleuchtungseffect, den der ganze Complex der Farben, das gemischte Licht hervorruft. Man muss also erst erfahren, welchen Bruchtheil von allen Strahlen die rothen, grünen u. s. w. ausmachen.

Dazu schiebt man bei *g* eine Platte mit verschieden feinen Schraffierungen ein und beleuchtet sie durch die zu vergleichenden Lichtquellen, bis eben eine Sorte der Schraffierung in allem Detail erkannt wird, die nächst feinere aber nicht mehr. Nun schiebt man das rothe etc. Glas ein und bestimmt durch Verschiebung von *f* die Menge des rothen Lichtes, die bei dieser Beleuchtungsart vorhanden war. Ganz den gleichen Versuch macht man mit der anderen Lichtquelle. Enthält die eine Lichtquelle halb oder nur ein Drittel so viel rothes Licht u. s. w. als die Normalkerze, so können die durch Beobachtung durch das rothe Glas gewonnenen Lichtintensitäten nicht als die richtige Angabe der Lichtstärke gelten; die Flamme, welche wenig rothes Licht führt, wurde dabei zu ungünstig beurtheilt, man muss daher deren Zahlen mit einem bestimmten Factor *K*, der den wahren Beleuchtungseffect Rechnung trägt multiplicieren. Dieser Factor ergibt sich aus Vergleichung der Abstände *f c* in den beiden Versuchen: es wird umgekehrt proportional den Quadraten der Abstände sein. Diese Beobachtungsweise für ungleich gefärbte Lichtquellen ist übrigens äußerst schwierig, erfordert Übung in diesen Arbeiten und macht vorsichtige Thätigkeit, um die Ermüdung des Auges auszuschließen, nothwendig.

In neuester Zeit erleichtert L. Weber das Verfahren. Man macht zwei Lichtmessungen, die eine mit rothem (*R*) Glas, die andere mit grünem Glas (*Gr*); der Quotient $\frac{Gr}{R}$ ändert sich nun mit der Änderung des Wertes *K* und zwar folgendermaßen:

$\frac{Gr}{R}$	K	$\frac{Gr}{R}$	K
0·30	0·50	1·00	1·00
0·50	0·64	1·20	1·15
0·70	0·80	1·40	1·28
0·90	0·94	1·60	1·40

Mit dem Factor *K* hat man dann die für rothes Licht erhaltenen Zahlen noch zu multiplicieren. Durch die hier beschriebenen Methoden sind alle Aufgaben von hygienischer Bedeutung lösbar, weshalb auf die übrigen das Gebiet der Photometrie berührenden Fragen nicht eingegangen werden kann.

Beurtheilung der verschiedenen Beleuchtungssysteme.

Nichts ist geläufiger, als der Versuch, den einzelnen Beleuchtungssystemen, wie: Kerzenlicht, Petroleum, Gas, elektrischem Licht, besondere Wirksamkeit auf die Gesundheit unseres Auges zuzuschreiben. Dem oberflächlichen Beobachter wird es nicht schwer auch Belege für seine Meinung zu sammeln; sobald man den Fragen jedoch näher tritt, so werden manche scheinbar gesicherte Beobachtungen hinfällig. Von Wichtigkeit sind Untersuchungen über die Zahl der kurzsichtigen Kinder in den Petersburger Schulen, welche Erisman gemacht hat. In den verschiedenen Schulen wurden verschiedene Leuchtmaterialien: Öllampen, Petroleum, Gaslicht, benutzt. Es fanden sich als myopisch:

bei Gasbeleuchtung . . . . 20 Procent
„ Petroleum . . . . 29 „
„ Rüböl . . . . 50 „

Aber trotz dieser anscheinend der Beleuchtungsart zuzurechnenden Verschiedenheit in der Schädlichkeit konnte Erisman zeigen, dass keine specifische Wirkung der Beleuchtungsart hier zum Ausdrucke kommen, sondern dass Differenzen der Lichtquantität nach vorhanden waren; am hellsten erleuchtet waren die Schulen mit Gaslicht, weniger gut jene mit Petroleum, am schlechtesten diejenigen, welche Rübölllampen benutzten.

Die Vorzüge und Nachtheile der Beleuchtungsarten sind mannigfach, lassen sich aber nur richtig beurtheilen, wenn man sie wie im Folgenden einzeln betrachtet und abwägt.

Eine wesentliche Verschiedenheit bedingt die Farbe des Lichtes z. B. jene des Bogenlichtes (und mancher Sorten des Auer'schen Gasglühlichtes) einerseits und jene des elektrischen Glühlichts und der Kohlenstoffflammen andererseits; bei ersteren überwiegen die kurzwelligen Strahlen blau und violett, während letztere reichlich rothe Strahlen enthalten. Dem Farbenunterschiede kommen, wie wir wissen, auch bestimmte Wirkungen auf das Auge zu; nach Versuchen von Mandelstamm und Dobrowolsky kann man für die Spectralfarben an den Frauenhofer'schen Linien *D* und *F* (Gelb und Anfangstheil des Blau) bereits Farbenunterschiede erkennen, wenn die Wellenlängen sich nur um $^1/_{772}$ bis $^1/_{740}$ ändern, indes bei *B* und *C* (roth) und *H* (violett) erst bedeutende Änderungen der Wellenlänge ($^1/_{115}$ bis $^1/_{167}$ bis $^1/_{146}$) als Verschiedenheiten erkannt werden. Auch in der Empfindung der Intensität sind in bestimmten Spectralbezirken die Verhältnisse keineswegs gleich. Bei diffusem Tageslicht vermögen wir zwei Flächen als ungleich beleuchtet zu erkennen, wenn der Helligkeitsunterschied nur $^1/_{167}$ beträgt (Masson). Es hängt die Empfindlichkeit auch von der Helligkeit der beiden zu vergleichenden Flächen an. Je schwächer die Beleuchtung, um so größer müssen die Beleuchtungsunterschiede der Flächen werden (Aubert).

In den Spectralbezirken Gelb und Grün unterscheidet das Auge bereits Verschiedenheiten von $^1/_{286}$, in Blau $^1/_{212}$, in Violett erst $^1/_{106}$; in Orange $^1/_{78}$, in Roth $^1/_{70}$ (Lamansky); doch hängt dabei Vieles von der Individualität des Beobachters ab. Auf die Farbenwahrnehmung und auf die Schätzung der Helligkeit zweier verschieden gefärbter Stellen wirkt die Helligkeit oder Lichtstärke in höchst merkwürdiger Weise ein. Blau bleibt auch bei dem schwächsten Licht wahrnehmbar, Zinnober sieht bei schwacher Beleuchtung dunkelbraun, Orange roth aus, Grün und Hellblass gleichen sich fast völlig (Purkinje's Phänomen). Im Großen und Ganzen behaupten bei großer Lichtstärke die rothen und gelben, bei geringer die blauen und violetten das Übergewicht. Daher rühren auch die rothen, warmen Farbentöne einer vom Sonnenschein übergossenen Landschaft, und die graublauen, düsteren Farben trüber Tage; und der gleiche Wechsel der Farbenstimmung beherrscht Tag wie Nacht. Nun haben sich offenbar allmählich auch in unserer Empfindung für die einzelnen Farben auf anderen Gebieten liegende Vorstellungen entwickelt; die rothen und gelben Farben verleihen im Allgemeinen den Charakter des Freundlichen und Behaglichen, indes blau und violett einen kalten und unbefriedigenden Eindruck hinterlässt.

Alle die genannten Thatsachen müssen wir in Erwägung ziehen, wenn es sich um die Vergleichung der einzelnen künstlichen Licht-

quellen und um die Abwägung der Wirkung ihrer Farbe handelt. Wenn normale Sehschärfe bei Tageslicht besteht, so ist dieselbe bei Gaslicht geringer, bei elektrischem (Bogen) Licht größer als normal; nur wenn bereits bei Tageslicht die Sehschärfe kleiner als 1 ist, bessert sie sich bei Gaslicht um weniges, desgleichen auch bei elektrischem Licht. Der Rothsinn, d. h. die Fähigkeit, rothe Farben zu unterscheiden, steigt bei Gas, noch mehr bei elektrischem Licht gegenüber dem Tageslicht, ebenso der Grünsinn bei elektrischem Licht, indes er bei Gaslicht sinkt. Der Blausinn steigt bei elektrischem Licht sehr bedeutend; den Gelbsinn erniedrigt das Gaslicht und erhöht das elektrische Licht (Cohn und Happe). Das elektrische Licht zeigt sich also in diesen Beobachtungen dem Gaslicht überlegen.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn man das elektrische Bogenlicht und die Kohlenstoffflammen und das Glühlicht nach dem Eindruck beurtheilt, den uns Wohnräume, Säle u. dgl. in der einen oder anderen Beleuchtungsart machen. Es unterliegt dabei kaum einem Zweifel, dass die Kohlenstoffflammen hier unseren Bedürfnissen durch die Erhaltung der natürlichen Farben mehr gerecht werden, als der Mondscheinglanz des Bogenlichtes.

Für die Beleuchtung von Leuchtthürmen hatte man sich der Hoffnung hingegeben, es möchte die neue Ära, welche mit dem elektrischen Lichte anbrach, auch hier von unabsehbaren Vortheil sein, doch stellte sich alsbald die Unrichtigkeit der Annahme heraus, indem das Absorptionsvermögen z. B. des Nebels gerade die blauen Strahlen auslöscht, aber die rothen durchlässt, wodurch also die Kohlenstoffflammen selbst bei geringer Lichtstärke im Vortheil gegenüber dem elektrischen Lichte, das nur wenig Roth enthält, bleiben.

Die Beleuchtung wird in vielen Fällen im höchsten Grade störend durch die Erwärmung der Luft unserer Wohnräume. Namentlich in den Sommermonaten kann sie durch diese Nebenwirkung ein recht unwillkommener Heizapparat werden. Die Beleuchtungssysteme sind in dieser Hinsicht durchaus nicht gleichwertig; zur Vergleichungen hinsichtlich der Wärmewirkung dient die auf S. 245 befindliche Tabelle, größtentheils nach Versuchen von Cramer.

Die Wärme wurde für die gleiche Lichtmenge berechnet. Es geht daraus hervor, dass namentlich das elektrische Bogenlicht als Wärmequelle ganz ohne Belang ist, und nahezu ebenso das elektrische Glühlicht. Wesentliche Wärmequellen sind aber alle Kerzenbeleuchtungen und namentlich das Leuchtgas, welches — für den Zweilochbrenner wenigstens — die maximalste Wärmemenge liefert. Nicht uninteressant ist die Stellung des Gasglühlichtes, welches, obschon es als kleine Lichtquelle für die Wärmeerzeugung gerade günstige Verhältnisse bietet, nur wenig durch Hitze belästigt. Die Wärmeproduction einer Lichtquelle muss stets umgekehrt, wie die Leuchtkraft des betreffenden Materiales sich verhalten. Sehr vortheilhaft ist es, wenn man die heißen Verbrennungsgase, wie es bei dem Siemens-Brenner geschieht, ins Freie leitet, zumal man mit einer solchen Einrichtung dann auch eine Ventilation des Raumes erzielen kann, wie wir sie schon früher geschildert haben.

	Die stündliche Erzeugung v. 100 Kerzen	Dabei werden entwickelt		
	kostet in Pfennigen	Wasser Kilogramm	Kohlensäure Klg.	Wärme in Cal.
Bogenlicht	5·4	0	Spur	57
Glühlicht	14·8	0	0	290
Leuchtgas, Siemens-Brenner	6·3	0·30	0·39	1843
Leuchtgas, Glühlicht	11·2	0·64	0·70	3700
„ Argand	14·4	0·69	0·88	4213
„ Zwielochbrenner	36·0	2·14	2·28	12150
Petroleum, grösster Rundbrenner	4	0·25	0·62	2073
Petroleum, Flachbrenner	12	0·76	1·88	6220
Rüböl, Studierlampe	67	0·85	2·00	6800
Paraffinkerze	139	0·91	2·23	7615
Wachskerze	308	0·88	2·36	7960
Stearinkerze	166	0.94	2·44	7881
Talgkerze	160	0·94	2·68	8111

Alle Beleuchtungsmethoden, das elektrische Bogen- und Glühlicht ausgenommen, verschlechtern die Luft eines Raumes; allerdings wird beim Bogenlicht, weil ja etwas Kohle verbrennt, auch Kohlensäure gebildet, aber in verschwindender Menge gegenüber der Lichtmenge, welche erzeugt wird.

Die Producte der Luftverunreinigung durch Leuchtmaterial sind fast die gleichen, wie jene, welche bei der Beheizung in dem Ofen entstehen, nur lässt sich der Verbrennungsprocess, der bei der Lichterzeugung verläuft, besser regulieren als der Heizprocess. Da wir nun die „Rauchgase“ der Beleuchtung einzuathmen gezwungen sind, ist es wichtig, sie näher kennen zu lernen.

Der Menge nach überwiegen die Kohlensäure und der Wasserdampf als Verbrennungsproduct, mit deren Erzeugung in demselben Maße eine Luftverschlechterung durch die Sauerstoffzehrung statt hat. Das Verhältnis zwischen Kohlensäurebildung und Wasserdampfbildung ist bei den einzelnen Beleuchtungsmitteln von ihrer Zusammensetzung abhängig und sehr verschieden; bei dem wasserstoffreichen Leuchtgas überwiegt weit der Wasserdampf die Kohlensäuremengen, indes bei den übrigen Stoffen, wie Ölen und Kerzen, die Kohlensäure die Hauptmenge der Verbrennungsproducte darstellt. Die Schwankungen der einzelnen Werte sind recht bedeutend. Eine sehr günstige Stellung nimmt die Petroleumbeleuchtung ein, wenigstens, wenn man sich eines größeren, gut construierten Rundbrenners (oder Duplexbrenners) bedient. Sie hat sogar vor dem Auer'schen Glühlicht, das bezüglich der Kohlensäureproduction gleichfalls günstige Verhältnisse zeigt, den Vortheil einer sehr geringeren Wasserdampferzeugung voraus. Äußerst ungünstig wirkt Leuchtgas und Petroleum, wenn es im Flachbrenner verbrannt wird, und das Kerzenlicht, da sowohl reichlich Kohlensäure wie Wasserdampf entstehen. Der letztere ist um so störender, als gerade durch die Beleuchtung viel-

fach die Temperatur des Raumes unliebsamerweise bedeutend gesteigert wird, somit Bedürfnis zu erleichterter Wasserabgabe vorliegen würde.

Verglichen mit der Athmung des Menschen erzeugen die Leuchtmaterialien viel Kohlensäure und zehren reichlich Sauerstoff; sie fordern bei Ventilationsanlagen eingehendste Berücksichtigung.

1 *kg* Stearin	erfordert	2·92 *kg*	Sauerstoff	zur	Verbrennung.
1 *kg* Rüböl	„	3·04 *kg*	„	„	„
1 *kg* Talg	„	2·91 *kg*	„	„	„
1 *kg* Petroleum	„	3·40 *kg*	„	„	„
1 *kg* Gas[1]	„	3·20 *kg*	„	„	„

Im Durchschnitt entsprechen zwei Kerzen der Kohlensäureexhalation eines Erwachsenen. Nie verzehren die Leuchtmaterialien etwa den zugeführten Sauerstoff der Luft vollkommen, sondern, wie schon bei Besprechung der Rauchgase für die Ofenheizung klar gelegt wurde, muss ein reichlicher Überschuss von Luft zu normaler Verbrennung zugeführt werden. Sie bedürfen weit mehr Luft und weit mehr Sauerstoff als die theoretische Menge beträgt. „Die Rauchgase" der Leuchtflammen enthalten bei Petroleum- wie Gaslampen noch 8 bis 16 Procent Sauerstoff und 4 bis 8 Procent Kohlensäure (Fischer). Verfasser beobachtete an Stearinkerzen, dass dieselben zu russen begannen, als die Luftzufuhr auf das Vierfache der theoretischen Luftmenge beschränkt wurde.

Aus diesen Thatsachen folgt, dass eine directe acute Schädigung durch Beleuchtung, beruhend auf Kohlensäureüberladung der Luft oder Sauerstoffentziehung, nicht unvorhergesehen eintreten wird. Die Leuchtflammen sind im Gegentheil ein Erkennungsmittel für eine abnorme Verminderung des Sauerstoffgehaltes, indem sie trübe brennen, wenn letzterer stark vermindert ist, zu gebrauchen.

Die Rauchgase (Verbrennungsgase) der Leuchtflammen enthalten übrigens noch andere Producte, welche der Gesundheit in weit höherem Grade gefährlich werden können; es sind dies gewisse Nebenproducte der Verbrennung, namentlich Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe (Fischer). Letztere entstehen beim Flackern des Lichtes, weshalb jede offene Flamme unzweckmäßig erscheint. Die unvollkommene Verbrennung findet auch bei übermäßig groß gehaltener Flamme, oder bei zu kleiner Flamme in den Lampen mit Zugcylinder statt.

Aber auch abgesehen von diesen nur bei fehlerhaften Einrichtungen entstehenden Verunreinigungen treten bestimmte, keineswegs indifferente Stoffe bei jedweder Leuchtflamme auf — die Derivate des Stickoxyds (Untersalpertersäure, oder wenn sich letztere mit Flüssigkeiten mengt — salpetrige und Salpetersäure) ferner Ammoniak, manchmal Schwefelsäure und schweflige Säure.

Die Mengen dieser Producte sind keineswegs so klein, als man sie gewöhnlich schätzt, es hält nur sehr schwer, sie von den übrigen Verbrennungsproducten zu isolieren. Bei der dem Beleuchtungsprocesse analogen Verbrennung von stickstoffreien Substanzen mit chlorsaurem Kali hat Rubner für 1 *g* verbrannte Substanz bis zu mehreren Milligrammen Salpetersäure und salpetrige Säure gefunden, und bei Stearinkerzen,

---

[1]) 1 m^3 Gas = 0·5 *kg* = 1·12 m^3 Sauerstoff.

welche in normaler Weise brannten, bis zu 0·3 *mg* salpetrige Säure, für 1 *g* verbranntes Stearin.

Die Untersalpetersäure, als welche wohl das Oxydationsproduct in der Luft vorhanden sein dürfte, ist zweifellos keine gleichgiltige Beimengung. Ohne wesentlichen Einfluss dürfte dagegen das Ammoniak sein. Die Schwefelsäure trifft man äußerst verbreitet bei Stearinkerzenbeleuchtung; auch ihr wird aber in der beobachtenden Menge eine wesentliche Schädlichkeit nicht zuzumessen sein. Anders liegt die Sache, wenn, wie in manchen Petroleumsorten, namentlich aber im Leuchtgas, Schwefelwasserstoff oder organische Schwefelverbindungen enthalten sind, welche zu schwefliger Säure (und Schwefelsäure) verbrennen.

Der qualitative Nachweis der letztgenannten Producte wie Schwefel, Salpetersäure u. s. w., ist leicht zu führen, wenn man die Verbrennungsgase durch einen Kolben leitet, der von einer Kältemischung umgeben ist. Es condensiert sich alsdann der Wasserdampf und reisst den größten Theil dieser Verbindungen mit nieder.

Zur quantitativen Bestimmung der Schwefelverbindungen saugt man mit Hilfe eines mit einer Saugvorrichtung, z. B. einer Wasserstrahlpumpe, in Verbindung stehenden, trichterförmig die Flamme umgebenden Glasrohres die Verbrennungsgase durch Absorptionsapparate, welche mit Bromlauge beschickt sind, hindurch. Nach dem Versuche wird die Lauge mit Salzsäure angesäuert und mit Chlorbaryum die Schwefelsäure gefüllt (Polek). Die verwendete Bromlauge muss vorher als schwefelsäurefrei erkannt sein. Der maximalste in England noch zulässige Schwefelsäuregehalt beträgt 57 *g* für 100 m^3.

Wenn wir in eine durch Leuchtmaterial verdorbene Luft kommen, befällt uns ein bedrückendes Gefühl; aber es ist schwer zu sagen, was den unangenehmen Eindruck hervorruft. Es sind da viele Einflüsse, welche sich geltend machen: die abnorme Wärme eines solchen Raumes, die strahlende Wärme, der Wasserdampfreichthum der Luft und endlich die Störung, welche speciell den Verbrennungsgasen zuzurechnen ist. Über letztere gewinnt man aber ein Urtheil, wenn man aus einer durch Leuchtmaterial verunreinigten Stube durch eine Leitung Luft einathmet und so die störenden Empfindungen der drückenden Schwüle fern hält. Es zeigt sich dabei, dass unser Geruchsorgan schon äußerst geringe Beimengungen von Verbrennungsgasen wahrzunehmen vermag und dass das erste Product, welches störend auftritt und erkannt wird, die Untersalpetersäure ist (Rubner). Ihre Schädlichkeit unterliegt keinem Zweifel; sie erzeugt Katarrhe. Wurster glaubt namentlich, dass dieselbe die mit Gas erhellten Räume bedenklich für die Gesundheit mache. Das Brüchigwerden des Papieres in Bibliotheken wird auch auf die Einwirkung der oxydierenden Säuren der Verbrennungsgase, die besonders bei hohen Temperaturen, wie sie in mit Gas beheizten Räumen vorkommen, zurückgeführt (C. Wurster). Das elektrische Licht ist nach allen Richtungen hin den Leuchtflammen überlegen, und man hat das Bestreben nur zu fördern, die Verbrennungsproducte, wo solche sich bilden, wenn möglich, alle abzuführen, wie es sich allerdings bequem nur bei den größeren Brennern, wie Siemens-Brenner u. s. w. durchführen lässt.

Bezüglich der zur Analyse der Verbrennungsgase benützten Methoden ist S. 38 bis 41 nachzusehen.

Eine äußerst unbehagliche Empfindung kommt bei unmittelbarer Nähe einer Lichtquelle, welche, wie das bei den meisten der Fall ist,

strahlende Wärme aussendet, zu Stande. Allmählich bildet sich ein lästiges Wärmegefühl an der Haut der äußeren Augenwinkel aus. Die Hauttemperatur steigt. Die Augen werden trocken, leicht brennendes Gefühl erschwert die weitere Thätigkeit, bei Vielen stellt sich Kopfschmerz ein. Die Wärmestrahlung ist nun auch bei den verschiedenen Lichtquellen eine sehr ungleiche. Zwar kann man zunächst bei allen jenen Lichtquellen, welche überhaupt reichlich Wärme producieren, auch eine reichliche Wärmestrahlung vermuthen, allein ganz durchgreifend ist dies doch nicht der Fall. Die Menge des verbrannten Leuchtgases kann z. B. ganz die gleiche und trotzdem die Wärmestrahlung höchst ungleich sein. Ein Beispiel wird diese Verhältnisse klarstellen. Bei gleichem Gasconsum kann man mit dem bekannten Bunsen-Brenner sowohl eine nicht leuchtende blaue Flamme, dann durch verminderte Luftzufuhr die leuchtende Flamme, endlich, indem man in die nicht leuchtende Bunsen-Flamme das Auer'sche Glühlichtnetz (siehe oben) einhängt, ein blendend weißes Licht erhalten. Die Wärmestrahlung, welche mittelst der Thermosäule gemessen wurde, verhielt sich dabei folgendermaßen:

Die nicht leuchtende Flamme	hat	die	Wärmestrahlung	= 100
die leuchtende Flamme	"	"	"	= 182
das Auer'sche Glühlicht	"	"	"	= 346

(Rubner).

Die Wärmestrahlung ist sonach um das $3\frac{1}{2}$fache verschieden, je nachdem Kohlensäure und Wasserdampf, oder die Kohlenstofftheilchen, oder die Erdsalze des Auer'schen Glühlichtes die Wärmeausstrahlung erzeugen.

Legt man nun für die Vergleichungen der Wärmestrahlung die Wärmestrahlung der deutschen Normalkerze zu Grunde, die als Lichteinheit angenommen ist, und bemisst alle Ergebnisse der Versuche auf gleiche Lichtmengen, so zeigt sich zunächst nach den Untersuchungen Rubners, dass freibrennende Flachbrenner des Leuchtgases, obwohl die Gesammtmenge der gelieferten Wärme größer ist als die der Kerze, doch eine um die Hälfte geringere Ausstrahlung haben. Dagegen wird bei Gas- wie Petroleumlampen durch die Erhitzung des Cylinders, zum Theil auch durch den Strom der aufsteigenden heißen Gase die Ausstrahlung stark vermehrt im Vergleiche zur frei brennenden Normalkerze. Allerdings lässt sich nun durch geeignete Schirme die Strahlung ganz wesentlich vermindern, so dass sie auf die Hälfte einer Normalkerze sinken kann. Wesentlich kleiner als bei dem Argandbrenner ist die Strahlung des Auer'schen Gasglühlichtes. Ganz minimal ist die Wärmestrahlung des elektrischen Glühlichtes; sie betrug bei einer kleiner Lampe nicht 10 Procent der Wärmestrahlung der Normalkerze (Rubner). Noch kleiner muss die strahlende Wärme des Bogenlichtes sein. Sonach stellt sich auch nach dieser Richtung hin die elektrische Beleuchtung gleichfalls als die zweckmäßigste heraus. Sie gewinnt aber dadurch noch den weiteren Vortheil, dass die Glühlichtlampen z. B. weit mehr in die Nähe der Menschen gebracht werden können, als andere Beleuchtungseinrichtungen, ohne Störungen zu veranlassen; dadurch wird an Lichtstärke gewonnen.

Nach Versuchen von Rubner ist die Wärmemenge, welche bei Bestrahlung unsere Haut trifft und doch belästigt, sehr gering:

Gefühlt wurde, wenn 0·036 cal. pro Minute auf den Quadratcentimeter der Gesichtshaut fielen
0·059 „ „ „ waren lästig
0·115 „ „ „ sehr störend.

Die Untersuchung auf Wärmestrahlung wird folgendermaßen ausgeführt: Auf einem von Erschütterungen freien Steintisch ist ein mit einer Thermosäule verbundener Nobili'scher Multiplicator oder ein Galvanometer mit wenigen Windungen eines dicken Kupferdrahtes aufgestellt. Der Thermosäule gegenüber befindet sich auf einer Seite ein Gefäß mit Wasser, welches auf constanter Temperatur gehalten wird. Die andere mit Trichter versehene Seite wird der Lichtquelle zugewandt. Die letztere befindet sich auf einem Schlitten, der in Schienen gleitend der Säule genähert oder von ihr entfernt werden kann. Die Schiene ist in Centimeter eingetheilt, bemessen nach dem Abstande von den berussten Elementen der Säule. Die Lichtquelle wird dann auf ihre Leuchtkraft untersucht und nun soweit von der Thermosäule aufgestellt, dass die auf die Thermosäule fallende Lichtmenge gleich jener Lichtmenge ist, welche durch die Normalkerze in 20 bis 25^cm Entfernung auf die Thermosäule fällt. Der Multiplicator muss vor seiner Verwendung sorgfältig graduiert werden, da ja die Wärmemenge nicht proportional der Winkelablenkung zu setzen ist; näher hierauf einzugehen ist hier nicht am Platze. Man erhält in genannter Weise das Strahlungsvermögen bezogen auf jenes der Normalkerze; es ist diese Bestimmung für fast alle Zwecke ausreichend. Von der Feststellung des Strahlungsvermögens nach absolutem Maße kann deshalb ebenfalls hier abgesehen werden.

Bei den verschiedenen Lichtquellen ist bei gleicher Lichtstärke diese auf verschieden große leuchtende Flächen vertheilt. Das einfachste Object für diese Beobachtung gibt jede offene Gasflamme (Schwalbenschwanzbrenner). Die Lichtmenge ist auf der Breitseite der Flamme größer, als auf der Schmalseite, weil innerhalb der Flamme bereits Lichtwellen zur Absorption gelangen. Das Auge empfindet aber anders: während man die Flamme ohne Ermüdung des Auges längere Zeit von der Flachseite betrachten kann, ist dies auf der Schmalseite nicht möglich, die ganze Lichtmenge concentriert sich hier auf engerem Raume; unser Auge wird geblendet. Noch bedeutender sind die Unterschiede, wenn man etwa in dieser Hinsicht den glühenden Kohlenfaden der Glühlampe mit der breiten Lichtfläche des Gasbrenners vergleicht u. s. w. Die Vertheilung des Lichtes auf die Flächeneinheit ist also auch noch eine Eigenschaft der Flamme, welche wohl erwogen sein muss. Man nennt sie den Glanz einer Flamme. Allard hat zuerst Messungen über den Glanz angestellt. E. Voit bezeichnet als Glanz die Lichtmenge (ausgedrückt in Normalkerzen), welche von 1 mm^2 leuchtender Fläche ausstrahlt. Vielleicht ist es aber nicht unzweckmäßig, eine größere Flächeneinheit zu wählen; nämlich den Quadratcentimeter. Bei den ersten Zusammenstellungen und Betrachtungen hat man vielfach die Lichtintensität, auf die gesammte leuchtende, wie nicht leuchtende Fläche vertheilt, betrachtet; doch ist es für hygienische Zwecke wichtiger, nur die leuchtenden Flächen der Flammen in Rechnung zu ziehen.

Der Glanz verschiedener Lichtquellen hängt einerseits von den specifischen Eigenthümlichkeiten der Flammen, dann aber auch von der Dicke der leuchtenden Schicht ab. Der Glanz des Rundbrenners, bei welchem gewissermaßen zwei leuchtende Flächen hintereinander stehen, ist größer als der eines Flachbrenners, der Glanz des Duplexbrenners fast doppelt so groß als jener eines einfachen Flachbrenners, ferner der

Glanz der Schmalseite eines Flachbrenners viel größer als jener der Breitseite. Der Glanz mancher Lichtquellen ist bereits bestimmt worden; für nachfolgende Zahlen wurde mittelst einer Linse das Bild der Flammen entworfen, deren Lichtstärke gemessen war, sodann die dem Auge leuchtend erscheinenden Flächen gezeichnet und gemessen, und der Glanz berechnet (Rubner).

Der Glanz beträgt bei (Stearin-, Paraffin-) Kerzen	0·60	Normalkerzen
bei kleinem Schnittbrenner (Breitseite)	0·44	„
Argandbrenner	1·58	„
Gasglühlicht	1·01	„

Die elektrische Glühlampe hat nach Renk etwa das Siebenfache des Glanzes des Argandbrenners, der Glanz der Bogenlampen wird zu 500 bis 2000 Kerzen geschätzt. (Allard, E. Voit). Der Glanz des Sonnenlichtes übersteigt aber diese Werte um mehr als das Vierzigfache, denn er beträgt (12050 Carcelbrenner) 89.580 Normalkerzen.

Hoher Glanz ist dem Auge schädlich, er erregt Schmerz und stört die Wahrnehmung anderer Gegenstände; ein sehr hoher Glanz erfordert immer eine Abblendung der Lichtquelle durch matte Kugeln, z. B. solche aus geätztem Glase, welche nur ein Fünftel, oder durch Milchglas, welche aber fast zwei Drittel des Lichtes absorbieren. Hoher Glanz der Lichtquelle schädigt also in ökonomischer Richtung; sehr hohen Glanz zeigen namentlich die Bogen- und Glühlichtlampen.

Das künstliche Licht soll gleichmäßig brennen und keine raschen Schwankungen der Helligkeit zeigen. Ungenügend sind in dieser Hinsicht alle offen brennenden Flammen, wie Kerzen, Flachbrenner für Leuchtgas. Noch nicht genügend in gleichmäßiger Lichtentwickelung sind ferner die elektrischen Bogenlampen; bei letzteren schwankt selbst innerhalb einer Minute die Lichtstärke merklich. Vollkommen befriedigend für alle Zwecke sind die Glühlichtlampen.

Die verschiedenen Beleuchtungsarten bedingen in sehr verschiedener Weise unmittelbare oder mittelbare Lebensgefahr. Sehr häufig werden unzweckmäßig angelegte Beleuchtungsanlagen Ursache von Schadenfeuer, auch die elektrische Beleuchtung hat bereits sehr häufig Brandunfälle verursacht, indem man die Drähte, welche nach scharfen Knickungen häufig brüchig werden und sich erhitzen, Holztheilen zu nahe brachte.

Ungemein zahlreich sind Verbrennungen, herbeigeführt durch Explosion von Petroleumlampen. Verwendung gasförmiger Leuchtstoffe ermöglicht directe Vergiftung durch beigemengtes Kohlenoxyd und nicht selten Explosionsgefahr.

In neuester Zeit mehren sich die Unglücksfälle durch Elektricität, namentlich Amerika liefert einen reichlichen Beitrag zu derartiger Casuistik.

Schwere Unfälle ereignen sich meist dadurch, dass Ströme von großer Spannung oberirdisch geleitet und die Leitungsdrähte durch elementare Ereignisse, wie Sturm, in verkehrsreiche Straßen geworfen werden. Besonders gefährlich sind die in Amerika weit verbreiteten hochgespannten Wechselströme. Die in Deutschland zur Anwendung kommenden Gleichstromanlagen bedingen fast nie schwere Unglücksfälle, wenn schon sie nicht unbedenklich sind. Von sanitärer Seite muss vollkommene Sicherung gegen diese Gefahren gefordert werden.

Die Entwicklung der Kraftübertragung auf weite Strecken behufs Ausnützung von Wasserkräften die gelegentlich weit ab von Städten gewonnen werden müssen, wird die Verwendung hochgespannter Ströme in Zukunft nothwendig machen. Mit Rücksicht auf den Schutz des Lebens ist zu fordern, dass solche Ströme innerhalb eines Stadtgebietes durch Transformirung auf geringe, nicht lebensbedrohende Spannung zurückgeführt werden.

Ein wichtiger Gesichtspunkt ist die ökonomische Seite der Beleuchtung; für diese finden sich bereits in Tabelle Seite 245 die nöthigen Angaben eingetragen, welche ja an einzelnen Orten Verschiedenheiten unterliegen, im Allgemeinen aber ein übersichtliches Bild gewähren.

Es bestimmt weniger die specifische Eigenthümlichkeit der einzelnen Beleuchtungsmaterialien, als vielmehr die Zweckmäßigkeit der Verwendung des einzelnen Beleuchtungsmaterials den Kostenaufwand. Leuchtgas kann zu den billigsten oder zu den theueren Beleuchtungsmaterialien gezählt werden, je nachdem man es im Siemens-Brenner oder im Flachbrenner oder gar als Illuminationslämpchen verwendet. Ganz allgemein liefern die Lichtquellen mit größerem Consum verhältnismäßig die billigste Lichtversorgung.

Eine wesentliche Fürsorge muss auf die Aufstellung der einzelnen Lichtquellen genommen werden. Die Lichtmenge lässt sich nicht unbedeutend durch Verwendung geeigneter Lampenschirme und Reflectoren vermehren. Wenn senkrecht unter einer Lampe ohne Schirm z. B. nur eine Meterkerze Helligkeit vorhanden ist, können durch einen lackierten Schirm 64, durch einen Milchglasschirm 30, durch einen Papierschirm 23 und durch einen halbkugeligen Reflector 260 Meterkerzen erreicht werden (H. Cohn).

Fünftes Capitel.

Der Wohnungsplan und die Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege für die Wohnräume.

Zu einem gesunden Wohnhaus und gesunden Wohnräumen bedarf es des Zusammenwirkens mannigfacher Bedingungen. Die Fürsorge für Trockenheit der Wohnung, für Luft wie Licht und Wärme erschöpft noch keineswegs alle sanitären Aufgaben. Sehen wir auch ferner von der Auswahl eines gesunden Bodens und den Mitteln, welche ein Gemeinwesen anzuwenden hat, um demselben diese Eigenschaft zu erhalten, ab, da die Fragen im nächsten Abschnitt näher zu behandeln sind, so bleiben gewisse allgemeine Grundzüge, nach welchen die sanitäre Brauchbarkeit eines Hauses zu beurtheilen ist.

Als ein wesentliches, zu berücksichtigendes Moment hat man die Höhe eines Hauses ins Auge zu fassen. Keineswegs ist es gleichgiltig, bis zu welcher Stockwerkszahl ein Haus erbaut wird. Die Bewohner hoher Stockwerke sind nach mehreren Richtungen hin gefährdet. Nicht in letzter Linie wäre dabei des Umstandes zu gedenken, dass je höher die Häuser, um so dichter die Bebauung eines Areals und folgerichtig, desto größer die Gefahr für die Bodenverunreinigung ist. Aber auch außerdem leiden sie an der Schwierigkeit des Verkehrs; das Treppensteigen erfordert einen nicht unbedeutenden Aufwand an Kraft und kann letztere, wenn die Fähigkeit zur Arbeitsleistung, wie bei alten Leuten, sehr eingeschränkt ist, geradezu erschöpfen.

Nicht selten werden ältere Personen durch diesen Umstand fast beständig an die Stuben gefesselt. Die Kinder werden, wie es naheliegt, der elterlichen Überwachung entzogen. Das Treppensteigen ist aber besonders nachtheilig für die Frauen, da diese ja zumeist alle häuslichen Verrichtungen und Besorgungen zu leisten haben. Vielleicht steht mit dieser schweren Arbeitsleistung die statistische Thatsache im Zusammenhang, dass die Bewohnerinnen der hoch gelegenen Stock werke mehr Todtgeburten aufweisen, als jene der übrigen.

Wie die Höhe, so ist überhaupt der Massenbau der Häuser, die Miethskaserne, ohne sanitäre Nachtheile gar nicht denkbar. Wie wir schon entwickelt haben, muss jedwede Vergrößerung der Dimensionen eines Hauses dementsprechend Licht und Luft den Bewohnern verkürzen, besonders wenn noch außerdem etwa die einzelnen Häuser direct aneinander gebaut sind. Ein Massengebäude ist aber noch ferner durch den Umstand bedenklich, daß die zusammengehäuften, im innigsten Contacte bleibenden Menschen jedwede Infectionsgefahr, besonders bei Epidemien, außerordentlich zu vermehren im Stande sind. Bei dem Mangel an Nebenräumen (Waschgelegenheit, Trockenräume), wie er in den meisten Fällen zu herrschen pflegt, wird der Unreinlichkeit ein empfindlicher Vorschub geleistet. Unruhe und Lärm machen es in der Regel schwierig, Kranke in wünschenswerter Weise zu isolieren und zu pflegen. Bei Unglücksfällen und Brandgefahr fordern Massengebäude durch die Schwierigkeit des Entweichens oft zahlreiche Opfer.

Ein gesundes Haus muss also in seiner räumlichen Ausdehnung beschränkt sein, weil mit übermäßiger Vergrößerung unvermeidliche Nachtheile verknüpft sind.

Wenn die bauliche Anlage des Hauses volle Sicherheit gewähren soll, so müsste — und dies gilt namentlich für Massengebäude — wo letztere nicht zu umgehen sind, mehr als bisher auf feuersichere Anlage speciell der Treppen Rücksicht genommen werden. Nicht minder würde eine vorsorgliche Anlage des weiteren eine Vermeidung der Blitzgefahr ins Auge fassen.

Die Häuser dienen nicht nur dem Menschen zum Aufenthalt, vielmehr werden die Kellerräume, Rückgebäude oder andere Annexe und Wohnungen als Lagerräume für Waren benutzt. Zum Theil sind die hieraus für die Bewohner entspringenden Gefahren durch gesetzliche Vorschriften gemindert, insoweit es sich um explodierende Stoffe handelt, wenn schon die Nothwendigkeit weiterer Beschränkungen nicht verhehlt werden darf und ferner durch jene Verordnungen, welche durch Lärm oder üble Gerüche belästigende Gewerbe betreffen, weiterer Schutz der Wohnungen zu wünschen bleibt.

Die einzelnen Stockwerke eines Hauses sind sanitär höchst ungleichwertig. Auf die Anlage von Kellerwohnungen sollte überall, wo nicht besondere Vorsichtsmaßregeln in der Anlage derselben platzgreifen können, ganz verzichtet werden. Zwar lässt sich recht wohl auch eine Kellerwohnung, wenn dieselbe nicht zu tief unter der Straßensohle liegt, wenn sie trocken angelegt, gut lüftbar und für die Sonne zugänglich ist, ohne gesundheitlichen Schaden benützen. Diese Voraussetzungen treffen aber für die meisten derselben keineswegs zu.

Die Temperatur in denselben gewährt im Durchschnitt keinen behaglichen Aufenthalt, die Wände ermangeln vollkommen der ventilierenden Wirkung durch den Windstoss, dem Eindringen der Bodenluft oder anderer den Boden durchziehenden Gase, z. B. bei Leuchtgasrohrbrüchen, stehen nur wenig Hindernisse entgegen, der Feuchtigkeit ist selten wirksam entgegenzutreten.

Die Dachwohnungen haben — wenn sie nicht zu hoch gelegen sind — wesentlich weniger Nachtheile, ihr wesentlichster wäre noch die rascheren Schwankungen der Temperatur unter dem Einfluss der Bestrahlung und Ausstrahlung.

Der Gesundheit der Bewohner drohen mitunter Gefahren durch die Verwendung giftiger Farben zum Anstrich der Wandungen oder durch Verwendung von Tapeten, welche mit solchen Farben hergestellt worden sind. Gesetzliche Bestimmungen über die zur Fabrication verbotenen Stoffe haben diese Schädigungen auf ein Minimum reduciert.

Unter gewissen Verhältnissen kommt im Holzwerk eines Hauses der Hausschwamm zur Entwickelung; er zerstört dasselbe, dringt auch durch das Mauerwerk, wobei ernstliche Gefahren für die Festigkeit des Gebäudes und somit auch für die Bewohner entstehen können. Man nimmt an, dass die Verwendung des vom Saft durchzogenen Coniferenholzes wesentlich die Einwanderung dieses Pilzes (Meruleus lacrimans) begünstige. Die Ansammlung von phosphorsauren Salzen in den Holzzellen ist seinem Wachsthum förderlich.

Die Anlage des Fehlbodens bedarf besonderer Aufmerksamkeit. Derselbe wird im allgemeinen hergestellt, indem man die Balkenlage auf

ihrer unteren Seite verschalt; auf diese wird dann ein die Wärme, wie den Schall schlecht leitendes Material: Bauschutt, Kohlenabfälle, Erde, Sand u. s. w., aufgeschüttet und dann durch Auflage der Bodenbretter dieser Raum abgeschlossen. Schon die Art des Materials unterliegt nun gewiss sanitären Bedenken. Gar nicht selten ist ersteres durch und durch von Abfallstoffen und Keimen durchsetzt (Emmerich); dann aber besteht bei den Bauarbeitern weit verbreitet die Gewohnheit, Harn und Koth in den Fehlboden abzusetzen, ehe der Boden gelegt ist. Die fäulnisfähigen Stoffe zersetzten sich in den Boden und ihre Producte werden durch die den Boden durchziehenden Luft den darunter wie darüber liegenden Räumen mitgetheilt. Man kann wohl nicht von der Hand weisen, dass unter begünstigenden Bedingungen auch zerstäubtes Material den Weg zu den Stuben zurückfindet. Gewöhnlich schreitet die Verschmutzung des Fehlbodens aber weiter. Sobald durch Austrocknung die Bodenspalten klaffen, fallen durch die Spalten tagtäglich weitere Schmutzbestandtheile und pathogene Keime hinzu und die bei dem Scheuern des Bodens eindringende Feuchtigkeit kann die in dem trockenen Fehlboden conservierten Keime zur Entwickelung anregen.

Man wird also bei normaler Anlage eines Fehlbodens wünschen müssen, dass bei der Auswahl des Materials die größte Fürsorge getroffen werde und dass ferner der Schluss des Bodens ein vollständiger sei. Am besten erfüllt ein gut gelegter Parquetboden seine Aufgabe. Die Decken- und Bodenventilation wird dadurch allerdings auf ein Minimum herabgesetzt, die Gefahren des Fehlbodens erfordern aber dringend, auf erstere Verzicht zu leisten.

Ein gesundes Haus bedarf eines richtig vertheilten Wohnungsplanes; Wohn-, Schlaf- und Wirtschaftsräume, die Abortanlage wie Treppen sollen in zweckmäßiger Anordnung vorhanden sein. Die letztere lässt freilich selbst bei den besseren Wohnungen vielfach zu wünschen übrig, da sie mehr auf die größtmöglichste Ausnutzung des vorhandenen Raumes, als Zweckmäßigkeit und auf die sanitären Aufgaben ausgeht. Aber auch die Bewohner selbst theilen vielfach die Schuld an der Unzweckmäßigkeit der Wohnungen, in dem die besten, hellsten und luftigsten Räume nur zu Repräsentationszwecken verwendet und in die schlechtesten Stuben, wie Kammern, die Schlaf- und Wohnräume verlegt werden; Schlaf- wie Wohnräume, Kinderstuben müssen in erster Linie zweckentsprechend untergebracht werden, die übrigen Aufgaben stehen erst in zweiter Linie. Licht und Luft sollen allen Räumen zu Theil werden, das Schlafzimmer jedoch bedarf noch einer ruhigen, lärmfreien Lage, zumal es nicht selten auch den Krankenraum darstellt.

Die Abortanlagen vermitteln die directe Communication der Wohnräume mit den Senkgruben, Tonnen oder Canälen. Ihre Einrichtung muss in allen Fällen den Abschluss der Canal- wie Grubenluft erlauben. Sie müssen von den übrigen Räumen getrennt und wohllüftbar sein.

Wie die Abortluft, so durchzieht nur zu häufig auch der Küchendunst die Stuben und das Haus; zwar wird demselben ja in der Regel keine besondere Gefährdung zugeschrieben werden können, aber immerhin soll derselbe aus den Wohnräumen ausgeschlossen bleiben, da sich auch schädliche Dämpfe beimischen können. Die Küche wird häufig

als Waschraum benützt: auch dies ist unzweckmäßig und können ausgiebige Durchfeuchtungen des Mauerwerkes die Folge sein. Eine Lüftung der Küche ist in allen Fällen dringend nöthig wie die besondere Waschküche ein nicht zu umgehendes Erfordernis.

Eine der größten Schattenseiten unserer heutigen Wohnungseinrichtungen sind die Dienstbotenräume oder die Stuben für Gesellen und Lehrlinge. In der Regel wird jeder lichtlose und nicht lüftbare Winkel als Schlafraum für diese Zwecke für ausreichend gehalten: es wäre dringend zu wünschen, dass diese Misstände je eher desto besser ausgeschlossen würden.

Lässt nun schon bei den Besserbemittelten der Wohnungsplan theils durch ungenügende Berücksichtigung der Anforderungen der Gesundheit, theils durch unrichtige Bauanlage Vieles zu wünschen übrig, so sind die Verhältnisse der ärmeren Bevölkerung vielfach trostlose. Zum Theil verschlimmert der Unverstand die an sich ungünstigen Verhältnisse noch mehr.

So ist es z. B. vielfach bei der Bevölkerung auf dem Lande, welche in manchen Gegenden in kümmerlichster Weise oft mit den Thieren denselben Raum bewohnt, obschon die Vermögens- oder Erwerbsverhältnisse diese Zustände nicht rechtfertigen. Hier könnte eine angemessene Belehrung und Erziehung zur Reinlichkeit allein schon wesentliche Vortheile für die Gesundheit erzielen.

In anderen Fällen, wie bei der Bevölkerung mancher Industriebezirke, bei dem Proletariat in den Großstädten, sind dagegen die Armuth und schwierige Erwerbsverhältnisse mit an den insalubren Zuständen der Wohnungen schuld. Die theuren Preise der Wohnungen drängen den Armen in die hoch gelegenen Dachwohnungen, in feuchte Kellerräume oder in licht- und luftarme Hofwohnungen und Hintergebäude, sie zwingen ihn, seine Ansprüche an die Zahl und Größe der Räume möglichst zu vermindern. So wird nicht selten der Wohnraum zugleich zur Werkstatt, die Wäsche wie die Speisen werden auf dem Kochofen der Stube erhitzt; als Schlafraum, wenn derselbe überhaupt getrennt vorhanden ist, dienen licht- und luftarme kleine Kabinen. Welch entsetzliche Mängel in dieser Beziehung manchmal in ganzen Quartieren großer Städte vorhanden sind, bedarf kaum näherer Erläuterung. Nicht selten trifft man auf Localitäten, in welchen der einzelnen Person nicht mehr als drei Cubikmeter Luftcubus zukömmt! Die Folgen der dichten Belegung der Wohnungen greifen nach verschiedenen Gebieten über: sie schädigen durch schlechte Luft, durch Feuchtigkeit, durch unrichtige Temperaturvertheilung, ungünstige Beleuchtung, sie schädigen durch den dauernden Contact der Menschen untereinander, indem die Verschleppungsmöglichkeit von Krankheiten eine vermehrte wird, ferner durch Unreinlichkeit, die immer eine Begleiterin der Überfüllung der Räume ist, sie schädigen durch alle Momente in noch höherem Grade Kinder wie Kranke, deren letzterer Genesung sie verzögern. In sittlicher Hinsicht ist namentlich für die Kinder und die Heranwachsenden der Wohnungsmangel verderblich geworden und die Erziehung wird zweifellos dadurch vielfach geschädigt, dass die Kinder, um die Wohnräume zu entlasten, die Straße zum beständigen Aufenthaltsort wählen müssen. Aber auch dem Erwachsenen droht indirect eine weitere in ihren Folgen unheilbare Schädigung; mit dem Mangel an Bequemlichkeit, Ruhe, Reinlichkeit im

Hause verliert sich auch die Liebe zum heimischen Herd. Der Schwerpunkt der Behaglichkeit und Ruhe nach gethaner Arbeit wandert nach der Schenke und nicht selten bedeutet dies die Auflösung des Familienlebens und den ersten Schritt zum Alkoholismus.

Nur zum Theil sind aber alle Misstände, unter denen die ärmere Bevölkerung leidet, durch die Armuth gegeben, zum Theil sind dieselben auch verursacht durch eine übermäßige Gewinnsucht von Bauspeculanten und durch den Wohnungswucher. Allein nicht nur die ärmste Bevölkerung, sondern ein großer Theil Jener, welche in Mietwohnungen leben, haben Anspruch auf gewisse, durch die Gesetzgebung festzustellende Maßnahmen im Sinne der öffentlichen Gesundheitspflege.

Zu ihren wichtigsten Aufgaben zählt es, durch gute Bauvorschriften, durch polizeiliche Regelung und Aufsicht des Wohnungsconsenses die Unwissenden und Lässigen zu zwingen, bei Errichtung, Begebung und Benutzung der Wohnungen auf die gesundheitlichen Bedürfnisse der Bewohner Bedacht zu nehmen.

Bei der Feststellung der baupolizeilichen Vorschriften sollte stets der hygienische Gesichtspunkt maßgebend sein und zuvörderst in diesem darauf geachtet werden, dass Luft und Licht, deren Mangel wir so oft bedauern, in unsere Wohnungen gelange und dass der Boden, auf den das Haus zu stellen ist, trocken und rein sei, d. h. nicht aus Abfällen aller Art und Kehricht aufgeschüttet werde, und dass er rein bleibe, was durch von Anfang an eingerichtete Anlagen für die Beseitigung von Schmutzstoffen erzielt wird, dass das Haus in seinen Baumaterialien den sanitären Forderungen entspreche.

Die Thätigkeit, welche die öffentliche Gesundheitspflege in diesen Richtungen hin zu entfalten hat, ist eine mannigfaltige und schwierige. Dem Streben, die Wohnungen polizeilich zu beeinflussen, stellen sich große Hemmnisse entgegen.

Die Wohnungsnoth und damit der Zwang, schlechte ungesunde Quartiere zu belegen, entsteht in großen Städten durch den Zuzug, den letztere vom Lande oder von kleineren Städten erhalten; dieser Zuzug kann nicht gehemmt werden. Daher muss im Allgemeinen bei jedweder Neuanlage darauf geachtet werden, die Folgen der Menschenanhäufung abzuwenden und jedes neue Wohngebäude als ein Object sanitärer Fürsorge betrachtet werden.

Nothwendig ist in erster Linie eine Beschränkung der Höhe der Häuser, aber freilich kann man vom wissenschaftlichen Standpunkte nur schwer eine ganz enge Grenze ziehen. Baumeister schlägt vor, nur vier Geschosse zuzulassen, einschließlich Erdgeschoss und Mansarden. Auch die Tiefenausdehnung der Gebäude (der Massenbau) bedürfte einer Beschränkung, da derselbe einen sanitär-schädigenden Zustand darstellt. Um einigermaßen die allzudichte Bebauung auszuschließen (und ebenso wegen Verminderung von Feuersgefahr), findet in den meisten Bauordnungen eine Beschränkung des Raumes, der bei den Einzelngrundstücken überbaut werden darf, statt. Eine gleichheitliche Einschränkung erscheint aber nicht gerechtfertigt. Wo eine bedeutende Höhe im Vergleich zum Abstand des Gebäudes zugelassen wird, ist es nothwendig, die Freihaltung eines größeren Theiles des Grundstückes, etwa ein Drittel, zu verlangen. Bei sehr kleinen und namentlich bei Eckgrundstücken, bei welchen eine große Zahl von Zimmern frei liegt, sind eher Ausnahmen zulässig. Viel

zweckmäßiger wäre es, wenn man die auf einem Platze zu errichtenden Gebäude von vorneherein in der Art beschränkte, dass auf einer bestimmten Bodenfläche nur Häuser für eine begrenzte Anzahl von Personen errichtet werden dürften. Dies würde zur Voraussetzung haben, dass ein bestimmtes Mindestmaß für den Einzelnen als Wohnraum (Luftcubus) angenommen würde.

Nicht als minder nothwendig wird man es bezeichnen müssen, der Ausstattung der Wohnräume und ihrer Anlage ein wachsames Auge zuzuwenden. Ganz allgemein bindende Vorschriften lassen sich da freilich nicht finden. Es erklärt sich deshalb, warum die baugesetzlichen Vorschriften verschiedener Staaten, Länder und Gemeinden so sehr abweichen. Aber dies hindert nicht, den klimatischen Bedürfnissen eines Ortes entsprechende Verordnungen zu erlassen. Die Bestimmungen betreffen vielfach die minimale Höhe des Wohnraumes, den Minimalflächeninhalt eines Zimmerbodens, die Größe der Fenster, die Höhe des Fußbodens über dem Straßenniveau, die Art der Bedielung, Beheizung u. s. w. Viele baugesetzliche Vorschriften aber sprechen sich nur im Allgemeinen dahin aus, dass die Wohnungen Luft, Licht, Raum und Zugänglichheit in erforderlichem Maße haben und heizbar sein sollen und überlassen die endgiltige Beurtheilung den Sachverständigen. Vom sanitären Standpunkt wäre die Beseitigung der Kellerwohnungen, deren Mängel schon mehrfach hervorgehoben wurden, dringend zu wünschen.

Trotzdem lassen fast die meisten Baugesetze die Anlage von Kellern als Wohnungen zu; sie begnügen sich, durch gewisse Vorschriften die Nachtheile der Keller möglichst einzuschränken. So z. B. schreiben sie vor, dass ein möglichst großer Theil (mindestens zwei Drittel) der Kellerhöhe über dem Terrain liegt, dass der Fußboden durch eine Betonschicht oder durch Asphalt, Cement u. s. w. von dem feuchten Untergrund isoliert werde, dass die Kellerwohnungen nur in solchen Häusern angelegt werden dürfen, wo die Zuführung des Lichtes in einem Winkel von 45° gewahrt ist, oder dass die Außenmauern von Kellerwohnungen vom umgebenden Erdreich mittelst eines Luftraumes (Luftgrabens) isoliert werden, dessen Tiefe mindestens den Kellerboden erreicht und dessen Breite mindestens dem Höhenabstand zwischen Terrain und Kellerboden gleich kommt. Räume in der letztgenannten Art angelegt, sind eigentlich keine Keller mehr, allein eine solche Anlage ist für Straßenfronten undurchführbar.

So wünschenswert auch vom hygienischen Standpunkt aus das Bestreben erscheint, die Wohnungen polizeilich zu beeinflussen, die in der Regel feuchten, finsteren Kellerwohnungen, sowie die den Unbilden der Witterung ausgesetzten Dachwohnungen, wie überhaupt alle aus welchem Grunde immer ungesunden Quartiere von der Benutzung gänzlich auszuschließen, und dagegen jeder Person den nöthigen Luftraum und jeder Familie eine wenigstens aus Küche, Wohnzimmer und Schlafzimmer bestehende Wohnung zu sichern, so lässt sich doch nicht verkennen, dass es nicht leicht ist, dieses Bestreben zu erfüllen. Der Pauperismus wird stets die größten baulichhygienischen Verstöße bewirken und alle polizeilichen Verbote und Maßregeln gegen Überfüllung der Wohnungen und andere aus ungesunden Quartieren entstehenden Übelstände werden von geringem Nutzen sein, solange man nicht im Stande ist, billige Wohnungen in genügender Anzahl zu schaffen. Eine wirksame Abhilfe nach

dieser Richtung wird sich nur durch das gleichzeitige Inslebentreten solcher gemeinnützigen Institutionen erhoffen lassen, welche den Bau von billigen und gesunden Arbeiterwohnungen und die Schaffung von Verkehrsmitteln nach den weniger kostspieligen Vorstädten ermöglichen.

Am fühlbarsten macht sich das Bestreben, dem Einzelnen den für ihn nöthigen Luftraum zu sichern, bei Krankenanstalten, Schulen, Gefängnissen, Kasernen geltend. Bei solchen Gebäuden lassen sich auch thatsächlich bauhygienische Vorschriften noch am leichtesten einhalten, weil deren Erbauung meist durch öffentliche Mittel geschieht. Näheres siehe später.

Einer der größten Übelstände großer volk- und industriereicher Städte sind die sogenannten Massenquartiere und Schlafherbergen. Es wird in denselben ein vorübergehendes Unterkommen genommen, für einzelne Nächte, oder wenigstens für kürzere Zeit. Es sind diese Herbergen die Unterkunftsstätten des ärmsten Theiles der Bevölkerung, besonders des männlichen arbeitslosen und arbeitsscheuen Proletariates und eines Theiles der ledigen Arbeiter, namentlich neu Zugereister, bevor dieselben ein dauerndes Domicil gefunden haben.

Diese Herbergen befinden sich meistentheils in durchaus ungeeigneten Localen, in alten, baufälligen, dunklen Häusern oder in Kellerwohnungen. Wo keine Aufsicht besteht, findet weder Reinigung noch Lüftung statt, und die Räume werden überfüllt.

Der längere und wiederholte Aufenthalt, das Leben in den engen, überfüllten, unreinlichen Schlafstellen kann nicht ohne nachtheilige Einwirkung auf die Gesundheit bleiben, die sich in Herabsetzung der Energie und Leistungsfähigkeit, in vermindertem Widerstandsvermögen gegen krankmachende Einflüsse, in Blutarmuth und Körperschwäche zeigt. Weiter wird die Unsittlichkeit in der schlimmsten Weise gefördert, Brutstätten und Herde der verschiedensten Epidemien werden geschaffen. Es gilt das von den meisten schweren epidemischen Krankheiten, vor Allem aber vom Flecktyphus und Rückfallstyphus. In Berlin wurden in einzelnen Massenquartieren 30 bis 100 und aus dem alten, jetzt aufgegebenen städtischen Asyl 291 Fälle von Flecktyphus und Recurrens in einem Jahre in die Krankenhäuser geliefert. In den Logirhäusern Londons erkrankten 1870 10- bis 17mal so viel Personen an Recurrens, als in den elenden Bezirken von St. Giles und 100mal so viel als in den benachbarten Bezirken von St. George, Bloomsbury.

Mit Bezug auf die geschilderten Gefahren, welche die Massenquartiere (Schläferherbergen) mit sich führen, lassen sich die Grundsätze, welche für die hygienischen Anforderungen solcher Locale in Betracht kommen, leicht ableiten. Die Genehmigung zur Errichtung einer Schläferherberge darf nicht ertheilt werden, bevor nicht die Ortspolizeibehörde eine genaue Besichtigung der zu der Herberge bestimmten Räumlichkeiten hat vornehmen lassen. Die Genehmigung ist zu untersagen, wenn sie wegen ihrer Lage und Beschaffenheit sich nicht eignet.

Der Quartiergeber muss angehalten werden, die Herberge mit einer guten Aborteinrichtung und Wasserversorgung zu versehen. In jedem Schlafraum dürfen nur so viel Personen untergebracht werden, dass auf den Kopf mindestens 15 m^3 Luftraum und 3 m^2 Bodenraum kommen. Die Fenster der Schlafräume müssen täglich durch zwei zu bestimmende Vormittags- und zwei Nachmittagsstunden offen gehalten werden. Die

Fußböden sind am Morgen auszukehren, und zweimal in der Woche mit Kaliseifenlösung zu scheuern. Die Wände und Decken sind zweimal im Jahre zu tünchen, und wenn sie mit Ölfarbe angestrichen sind, gründlich zu waschen.

In einer Schlafherberge dürfen Personen verschiedenen Geschlechtes nicht aufgenommen werden, oder höchstens nur bei gehöriger Trennung der für Männer und Frauen bestimmten Räume. Das Bett muss wenigstens in der Art wie jenes der Soldaten in den Kasernen eingerichtet sein.

Von Wichtigkeit ist die Vorschrift, dass in jedem Falle einer ansteckenden oder ernsteren Erkrankung der Quartiergeber auf das Strengste verpflichtet wird, binnen 24 Stunden die Anzeige darüber an die betreffende Ortsgemeinde zu erstatten. Die Ortspolizeibehörde muss das Recht besitzen, einen Kranken, der in der Herberge liegt, auch gegen seinen Willen in ein Krankenhaus überführen zu lassen, sobald von dem Amtsarzt attestiert wird, dass der betreffende Kranke für seine Umgebung gefährlich ist.

Der Amtsarzt hat auch die Herberge zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten zu inspicieren.

Die öffentliche Gesundheitspflege in ihrer Fürsorge für gesunde Luft hat sich aber nicht nur allein auf baupolizeiliche Maßregeln zu beschränken, sie hat auch auf Abwehr, Beseitigung und Verminderung der vielen übrigen Momente Bedacht zu nehmen, welche zur Luftverschlechterung in den Höfen, Gassen, Plätzen, überhaupt in den bewohnten Orten und ihrer Umgebung in Folge des Verkehrs, des industriellen Getriebes und des menschlichen Haushaltes beitragen.

In dieser Beziehung kommt die Pflasterung und Reinhaltung der Straßen, die Beseitigung der Abfallstoffe, die Regelung sanitär bedeutsamer Gewerbebetriebe, die bei Heiz- und Beleuchtungsanlagen nöthige Vorsicht und viele andere Fragen in Betracht, welche an geeigneten Stellen der nachfolgenden Abschnitte besprochen werden sollen.

Literatur: Deutsches Bauhandbuch Bd. II. I. Theil. Berlin 1880. Schülke, Gesunde Wohnungen, Berlin 1880. — Wolpert, Sieben Vorlesungen über Wohnungshygiene, Leipzig 1887. — Lang, Zeitschrift für Biologie XI. — Flügge, Hygien. Untersuchungsmethoden. — Lehmann, Die Methoden der praktischen Hygiene, Wiesbaden 1890.

Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung, Leipzig 1887. — E. Péclet, Traité de la chaleur, Paris 1861. — Fanderlick, Elemente der Lüftung und Heizung, Wien 1887. — Artikel Beleuchtung in Muspratts techn. Chemie. — Schilling, Das Steinkohlengas. — Urbanitzky, Das elektrische Licht, II Auflage, Wien. — E. de Fodor, Das Glühlicht, Wien 1888. — H. Krüss, Photometrie, Wien 1886.

Sechster Abschnitt.

S t ä d t e a n l a g e n.

Erstes Capitel.

Allgemeine Anforderungen an die Anlage von Städten.

Der Aufenthalt in den Städten ist von altersher als gesundheitsschädlich gegenüber dem Landleben bezeichnet worden. Den Typus des Städters markiert seine bleiche Hautfarbe, seine schwächlich entwickelte Musculatur und seine Unfähigkeit zu größeren körperlichen Leistungen, indes der Landbewohner mit frischer Gesichtsfarbe und strotzender Kraft als Urbild der Gesundheit gilt. Auch die Statistik scheint auf wesentlich bessere Verhältnisse auf dem Lande hinzuweisen und lässt jene der Stadt zurücktreten; wenige Zahlen können als Beispiel hier für uns genügen. Auf 10.000 Einwohner treffen im Jahre an Todesfällen:

	In den Städten	auf dem Lande
In Preußen	304	280
„ Italien	327	287
„ England	242	195

In allen Staaten stellen die Städter verhältnismäßig mehr Todte als die Landbevölkerung; doch beträgt der Überschuss nicht so viel, als Manche vorauszusetzen geneigt sind. Für Preußen z. B. ist die Mortalitätsziffer der Städter nur 8·5 Procent größer als jene der Landbewohner, in England um 24·1 Procent.

a) Nachtheile für die Gesundheit in den Städten.

Es bleibt uns die weitere Aufgabe, jene Schäden, welche die Ursache der größeren Mortalität sind, aufzudecken; wir müssen aber dabei des Umstandes, dass die Mortalitätsziffer noch keineswegs ein wahrer Ausdruck bestehender Missverhältnisse ist, eingedenk sein. Stadt- und Landbevölkerung müssen unzweifelhaft schon um dessenwillen gesundheitliche Unterschiede zeigen, weil die Vertheilung der Berufsclassen in Stadt und auf dem Lande verschieden ist, und weil ferner die Ansprüche an die körperliche Constitution wesentlich different sich gestalten. Auf dem Lande ist ein wohlgeachteter und gesuchter Arbeiter nur der

welcher bei kräftigem Körperbau Wind und Wetter standhält; während zu den mannigfachen Beschäftigungen in der Stadt, wie zu Dienstzwecken im Hause, ferner bei vielen Gewerben, welch letztere ja in Städten überwiegen, und in den Fabriken, welche gleichfalls in den Handelscentren ihre natürliche Heimat haben, auch ein weniger Kräftiger und Gesunder Unterkommen und Unterhalt finden kann. Es tritt also von vornherein schon zwischen Stadt und Land eine gewisse Trennung je nach der körperlichen Beschaffenheit ein, ein Moment, welches in der Statistik der Mortalität seinen Ausdruck finden muss.

Sociale Unterschiede kennzeichnen den Arbeiter der Fabrik und in den Gewerben gegenüber dem bäuerlichen Arbeiter und diese Unterschiede der Stellung bedingen auch gesundheitliche Differenzen. Der ländliche Arbeiter pflegt meist auf geringen Barlohn zu dienen; er stellt ein Glied der bäuerlichen Familie dar, erhält das gemeinsame Mittagessen, wie die häusliche Unterkunft, Wohnung und Heizung. Vergnügungen, Wirtshausleben, nächtlichen Kneipereien kennt er nur wenig, politische Thätigkeit bleibt ihm fern. Der Arbeiter in der Stadt erhält seinen Lohn in barem Gelde, er hat für die theueren Nahrungsmittel, für Wohnung, Kleidung, Beleuchtung wie Heizung zu sorgen, die Kneipe stellt für Viele den Aufenthaltsort dar, an dem Erholung nach der Arbeit gesucht wird, die Vergnügungen dehnen sich bis in die tiefe Nacht hin aus und kürzen den Schlaf, das rege geistige Leben in der Stadt umfasst auch den Arbeiter; es bringt die Möglichkeit verfeinerter Genüsse, aber auch die Gefahr einer größeren Consumtion des Organismus

In manchen die Gesundheit wesentlich fördernden Richtungen ist der bäuerliche Arbeiter jenem der Stadt gegenüber im Vortheile, und erklären gewiss die Verschiedenheiten der Ernährungs- und Wohnungsverhältnisse und die Selection der Berufswahl in vielen Fällen die körperliche Verschiedenheit.

Die Nahrungs- wie Genussmittel lassen sich in den Städten meist nicht mit nämlicher Zuversicht als unverfälscht und unschädlich gewinnen, wie auf dem Lande; letzteres bietet bei bescheidenen Ansprüchen günstige Ernährungsverhältnisse und eine gewisse Gewähr für die Gesundheit der Verdauungsorgane.

Was wir bisher als die Gesundheit in der Stadt beeinflussende Momente bezeichnet haben, ist streng genommen nicht unbedingt mit dem Städteleben verknüpft; denn für die besser situierten Classen treffen die genannten Umstände gar nicht, oder nur zum Theil zu, und doch ist auch bei ihnen der Typus der verminderten Gesundheit in der Stadt nicht zu verkennen.

Nicht selten hört man daher die Luft in den Städten als schädlich bezeichnen; man spricht von Sauerstoffarmut und dem Mangel an Ozon. Es sind dies aber ganz vage Vermuthungen und nach beiden Richtungen hin falsch; denn es fehlt weder an ersteren, noch könnte den Schwankungen des letzteren ein wesentlicher Einfluss auf unsere Gesundheit zugesprochen werden; ja nicht einmal eine nennenswerte Mehrung des Kohlensäuregehaltes hat man in Städten gefunden.

Und doch liegt eine Luftverunreinigung vor, sie betrifft aber andere Stoffe. Jede Stadt besitzt bei dem unvermeidlichen Verkehre einen Boden, der mit verschiedenen in Zersetzung begriffenen Abfallsproducten mehr oder minder beladen ist, die Canäle, Abortanlagen, welche

die Stadt durchziehen, Abfallröhren, die Ausdünstungen gewerblicher Betriebe aller Art und die Begleiter der Kohlensäure, die Rauchgase, welche aus den Kaminen aufsteigen, schwängern die Luft und verleihen ihr einen bestimmten Geruch. In der Regel freilich sind unsere Geruchsorgane so weit abgestumpft, dass wir denselben kaum wahrnehmen; doch bedarf es nur einiger Erholung in Waldesluft, um bei Rückkehr in die Stadt die Luftverunreinigung zu bemerken.

Besonders schlimm werden die Zustände sehr häufig bei Nebel, welcher die Anhäufung von Rauchgasen doppelt drückend macht, oder namentlich bei Windstille, wo es an gehöriger Mischung mit frischer Luft fehlt. Es wird dann auch weniger empfindlichen Naturen ein Unterschied der Luftbeschaffenheit in den Straßen und Höfen wahrnehmbar. In der Regel sind nun diese verschiedenen undefinierbaren und nicht analysierbaren Beimengungen das Charakteristische der Stadtluft. Mitunter treten freilich einzelne Bestandtheile in messbarer Menge in den Vordergrund, wie die schwefligе Säure, z. B. bei Verwendung von stark schwefelhaltigen Stein- oder Braunkohlensorten.

Außer den chemischen Veränderungen der Stadtluft, die wir wohl dem Ursprunge nach bezeichnen, nicht aber der Quantität nach feststellen können, zeichnet sich dieselbe durch einen Gehalt an Staubpartikelchen aller Art aus, welche, wie es in der Natur der Sache liegt, reichlich Bakterien zu führen pflegen. Dem Boden nahe Schichten sind reicher an diesen als höher gelegene, weil ja die Verstäubung vom Boden ausgeht, und die Staubtheilchen allmählich wieder zu Boden sinken.

Die Athmung der nach verschiedenen Richtungen hin bedenklich veränderten Luft kann zweifellos der Gesundheit nicht förderlich sein. Zum Mindesten fehlen der Stadtluft jene Beigaben, welche, wie z. B. der Duft des Waldes, der Wiesen, der Blumen, offenbar „Genussmittel“ der Luft genannt werden könnten, weil sie uns mit Behagen die Athmung vornehmen lassen, ja vielleicht zu tieferen Athemzügen anregen. In ihrem Staubgehalte bringt sie aber wirklich schädigende Stoffe in den Körper hinein, die mechanischen Reiz in den Luftwegen ausüben, und gelegentlich werden pathogene Keime von den Luftwegen oder durch Verschlucken von dem Darm aus den Zutritt in das Körperinnere erreichen.

Obschon wir also mit einem gewissen Rechte die „Stadtluft“ als Gesundheitsnachtheiliges ansehen müssen, ist sie doch der einzige Quell, aus dem unsere Wohnräume die „frische Luft“ schöpfen können. Und nun treten zu den bereits vorhandenen die weiteren Verunreinigungen der Stubenluft hinzu.

Der Städter, meist an Gewerbe und Beschäftigungen gebunden, welche den Aufenthalt innerhalb des Hauses zur Nothwendigkeit machen, und angestrengt, da die Arbeit namentlich in den Wintermonaten auch nach Sonnenuntergang bei künstlicher Beleuchtung fortgesetzt werden muss, ist also durchwegs gezwungen, den größten Theil des Tages Stubenluft zu athmen, welche ebenso sehr durch die Athmung des Menschen, wie durch die Beleuchtung und ebenso oft durch den Gewerbebetrieb entmischt ist.

Die Temperatur der Luft einer Stadt ist höher als jene des umgebenden Landes. Die mittlere Wintertemperatur ist z. B. für Wien Stadt um 0·3°, die Sommertemperatur um 0·9° höher als im Umkreise von Wien (Hann). Aehnliches gilt für Berlin. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte vielleicht in

der geringeren Luftbewegung in der Stadt und in der reichlichen unter dem Einfluss der Besonnung sich erhitzenden Häuserflächen und in der Wärmeabgabe der Häuser während des Winters zu suchen sein. Störend wirken jedesfalls die hohen Sommertemperaturen, welche in den extremeren, für die Wärmewirkung der Sonne günstigen Lagen auch schädigend werden können.

Der Genuss frischer und guter Luft ist nach dem Gesagten dem Städter versagt und nur verhältnismäßig selten kann er sich die Erholung in weiterem Umkreise der Stadt gewähren.

Der lebhafte Verkehr der Straßen erzeugt zahlreiche Unglücksfälle und der sich entwickelnde Lärm wirkt entschieden ungünstig auf den Menschen ein, namentlich auf schwächliche und kranke Personen.

Die Gefahren für die Verbreitung von Krankheiten sind in der Stadt weit größer als auf dem Lande, einmal wegen des dichteren Bewohnens der Häuser, dann aber auch, weil der lebhafte Verkehr zahllose Berührungen schafft und Übertragungen begünstigt. Die ohne geeignete Maßnahmen unausbleibliche Bodenverunreinigung erhöht die Krankheitsgefahr, weil sie zur Verbreitung von Epidemien beizutragen imstande ist.

Eine unzweckmäßige Bauweise verkümmert häufig dem Städter den Genuss des Sonnenlichtes. Schlecht gelegene Wohnungen empfangen monatelange keinen Sonnenstrahl, und selbst Fälle eines vollständigen Mangels der Besonnung sind nicht ausgeschlossen.

b) Mittel zur Bekämpfung der Gefahren für die Gesundheit.

In der That liegen also Verhältnisse vor, welche die Gesundheit in den Städten mehr bedrohen als auf dem Lande. Wenn nun diesen Nachtheilen begegnet werden soll, so muss bei der Anlage der Städte, beziehungsweise bei der Stadterweiterung den hygienischen Anforderungen Beachtung geschenkt werden. Man wird schon bei der Auswahl des Untergrundes, auf welchem die Stadterweiterung sich erstrecken muss, Rücksicht zu nehmen haben, umsomehr, als die einzelnen Personen, welche das Bauterrain benutzen wollen, keine Macht besitzen, principielle Fehler erster Anlagen wieder wett zu machen. Zu feuchter Untergrund soll vermieden oder nur, wenn er durch Drainage zu ändern ist, benützt werden. Wo ein solcher nicht umgangen werden kann, müssen die Untergeschosse durch geeignete Bauart gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Die Lage im Wasser (wie z. B. bei Venedig) kann nicht in Parallele gestellt werden mit dem feuchten Boden, da ersteres meist nichts weiter darstellt als ein durch die ganze Stadt sich erstreckendes Canalsystem, welches die Reinhaltung besorgt. Misstände aller Art zeigen sich nur dort, wo es sich um stagnierende Feuchtigkeit handelt.

Die energischesten Verunreinigungen des Bodens werden häufig durch die Unwissenheit hervorgerufen, indem man zur Erhöhung des Terrains Bauschutt und Kehricht verwendet, um tiefgelegene Punkte zu Bauplätzen vorzubereiten.

Eine verständige, das Wohl der Bewohner ins Auge fassende Verwaltung sollte nie eine planmäßige Erweiterung der Stadt zugeben, ehe nicht nachgewiesen ist, in welcher Weise für die Beseitigung der Abfallstoffe (durch Canalisation, Abfuhr etc.) gesorgt werden kann. (S. 3. Capitel.)

Wenn es sich um die Bebauung eines Gebietes handelt, ist es hygienisch nicht gleichgiltig, wie eine solche vorgenommen wird; in erster Linie handelt es sich um die Stellung der Gebäude zu einander; sollen dieselben in geschlossener Baulinie, in offenem Bausystem, nach dem Pavillonsystem, mit Vorgärten hergestellt werden?

Eine vollkommene Schematisierung einer ganzen Stadt erscheint nicht wohl zweckmäßig. In allen größeren Orten ist den einzelnen Straßen, wie oft Stadttheilen, ein besonderer Charakter aufgedrückt. Die einen sind Verkaufs- und Verkehrsstraßen, die anderen in der Regel vom Centrum abgelegeneren Wohnstraßen. Je nach diesem Charakter sind offenbar auch die hygienischen Bedürfnisse, soweit sie zu generellen Maßnahmen führen sollen, verschieden aufzufassen.

Für Stadtgebiete und Straßen, welche vorwiegend zu Wohnzwecken dienen sollen, hat das Pavillonsystem und offene Bausystem gewisse Vorzüge. Bei ersterem sind die einzelnen Häuser getrennt, von Gärten umgeben, mäßiger Höhe und ohne Hintergebäude von wesentlicher Ausdehnung. Die Ausnutzung des Baugrundes ist eine beschränkte, insoferne auf den einzelnen Bewohner eine nicht unbedeutende Bodenfläche trifft. Die Straßenbreite ist erheblich. Durch diese Anordnung gelangen wir zu dem Vortheile, Luft, Wärme, Sonnenlicht ziemlich uneingeschränkt zu genießen, die Belästigung des Verkehres vermindert sich, die Dichtigkeit der Bevölkerung geringer, die Zimmerluft reiner, da die mit Rasen oder Büschen bebauten Vorgärten zur Ablagerung der großen Staubmengen der Straßenluft Gelegenheit bieten, der Anblick der mit Gärten besäumten Straßen gibt dem Auge einen befriedigenden Ruhepunkt.

Die geringe Ausnützung des Baugrundes hat aber auch gewisse Schattenseiten. Städte durchwegs nach dem Pavillonsystem ausgeführt, würden offenbar eine sehr große Ausdehnung gewinnen; die Kosten der Straßenanlagen und die Straßenunterhaltung, der Anlage von Wasser- und Gasleitungen und der Beleuchtung werden größer, die Nothwendigkeit besonderer Verkehrsmittel macht sich lebhaft geltend. Man sagt daher häufig, die Vortheile dieser Bauweisen für die Gesundheit würden nach anderer Richtung hin aufgehoben, weil die Wohnungen vertheuert, dem Minderbemittelten also die Nutznießung seines Erwerbes geschmälert würde. Diese letzte Schlussfolgerung ist aber nicht zutreffend, indem keineswegs da, wo nur wenige Mieter ein kleines Haus bewohnen, mehr bezahlt wird, als in Städten, welce durch den Mietkasernenstil sündigen.

Es bewohnten z. B.:

in London im Mittel nur	8	Personen	ein	Wohnhaus
„ Berlin	32	„	„	„
„ Paris	35	„	„	„
„ Wien	55	„	„	„

trotzdem lebt der Londoner noch billiger wie der Wiener, denn es zahlen die Mittelclassen für die Wohnung

in London	1/10—1/8	ihres	Einkommens
„ Berlin	1/5—1/4	„	„
„ Paris	1/4	„	„
„ Wien	1/4—1/3	„	„

Es lässt sich also eine freiere Bauweise durchführen, ohne dass es zur Vertheuerung der Mieten kommen muss.

Geringere Ansprüche bezüglich der Platzfrage als das Pavillonsystem macht das offene Bausystem; es lässt zwischen den einzelnen Gebäuden mehr oder minder breite Zwischenräume, während die Häuser selbst Massenbauten von beliebiger Höhe sein können. In diesem Falle befriedigt es nicht, wenn schon nicht verkannt werden soll, dass durch das Bestehen von Zwischenräumen zwischen den Häusern der Circulation von Luft und dem Zutritte der Sonne wesentlich günstigere Verhältnisse geschaffen werden und für die natürliche Ventilation mehr Flächen zur Verfügung stehen, als bei geschlossenem Bausysteme. Wieder günstiger ist das offene Bausystem, wenn es zugleich in Verbindung mit Vorgärten zur Anwendung kommt.

Das Bausystem älterer Stadtanlagen und der Geschäfts- und Verkehrslagen pflegt das geschlossene Bausystem zu sein.

An ihm treten die Mängel bezüglich der hygienischen Verhältnisse der Städte am lebhaftesten zu Tage. Es vereinigt in sich das Princip der größtmöglichsten Ausnützung des Grundes, erzeugt enge Straßen, hohe Häuser, finstere und schachtartige Höfe, ausgedehnte Hintergebäude und pflegt, wo nicht gesetzliche Bestimmungen entgegenstehen, die Anlage von Keller- und Mansardenwohnungen zu begünstigen.

Wir haben schon früher hervorgehoben, wie wesentlich durch dieses Bausystem, durch die Unzugänglichkeit zweier Seiten des Hauses für die Luft und den Windstoß, die Ventilation leiden muss, wie durch den Massenbau weiters Luft und Licht den Innenräumen entzogen wird. Die compacten Häusermassen hindern die freie Luftbewegung in den Höfen und es entstehen alle Folgen der Luftstagnation, die Luftverschlechterung und Hitze in den Sommermonaten.

Da mit dem Mangel an Vorgärten u. s. w. die Gebäude nahe aneinander rücken, entsteht bei dem geschlossenen Bausystem als fühlbarster Mangel die Entziehung von Sonnenwärme und Sonnenlicht; die Enge der Straßen gestattet den freien Einfall des Lichtes nur selten.

Können wir nun auch alle die Nachtheile des geschlossenen Bausystems nicht beheben, so lassen doch manche derselben eine Verminderung zu.

Wie wir schon im vorigen Abschnitt erwähnten, kann die Anlage der unsanitären Kellerwohnungen verboten, die Haushöhe beschränkt, ungeeignete Wohnungen in Hintergebäuden geschlossen werden. Jedenfalls müsste der Dichtigkeit der Bebauung durch baupolizeiliche Vorschriften begegnet und allmählich bei baulichen Veränderungen in den centralen Stadttheilen zu sanitären Zuständen zurückgekehrt werden.

Dahin zielen die verschiedensten Bauordnungen: in manchen Städten werden etwa 33 Procent der Grundfläche bei Neuanlagen von Häusern nicht mehr überbaut (Posen,

Berlin: nur bei bereits bebautem Grund werden 25 Procent freigelassen und 75 Procent überbaut. Vorgärten werden dabei nicht als unbebaute Fläche in Abzug gebracht. Alle Vorbauten, bedeutende Gesimsvorsprünge gelten als bebaute Fläche. Diese Bestrebungen der neueren Bauordnungen sind nur unter großen Schwierigkeiten erreicht worden, da man früher Grund und Boden in unbegreiflicher Weise ausnützte. Gruber theilt mit, dass man in Wien vielfach nur 8 Procent und darunter an Bodenfläche für Höfe und Lichtschachte frei ließ.

Wie sehr man Grund hat, der zu dichten Bebauung entgegenzutreten, mögen folgende Zahlen darthun:

Bei dichter Bebauung trifft auf 1 Person an Bodenfläche 10 bis 20 m^2
bei mittlerer Bevölkerung 20 „ 40 „
bei schwacher Bevölkerung 40 „ 80 „

Der gefährlichste Auswuchs der Beschränkung der Überbauung des Bodens beruht darin, dass man durch Steigerung der Höhendimensionen des Hauses das Verlorene wieder zu gewinnen versucht, weshalb Beschränkungen der Haushöhe aus diesem Grunde doppelt nöthig werden.

Ganz besondere Aufmerksamkeit erfordern die Straßen einer Stadt, gleichgiltig, ob wir es mit dem Pavillon-, dem offenen oder geschlossenen Bausystem zu thun haben, wenn schon gerade die Anlage der Straßen bei letzterem System die meisten Klagen zu Tage gefördert hat. Die Breite und Himmelsrichtung der Straßen zweckmäßig zu bemessen, ist eine der wichtigsten, allerdings auch eine der schwierigsten Aufgaben.

Die Stellung der Wohngebäude einer Stadt sollte so getroffen werden, dass Sonnenwärme, directes Sonnenlicht und diffuses Sonnenlicht in ausreichendem und gleichheitlichem Maße den Bewohnern gesichert werde. Ist hiefür gut gesorgt, dann bedarf es in der Regel keiner weiteren Fürsorge für die Luftcirculation in den Straßen. Zunächst sei besprochen, wie weit sich eine Versorgung mit Wärmestrahlen erreichen lässt.

In unserem Klima macht sich offenbar die Forderung geltend, für die kalte Jahreszeit an Sonnenwärme zu gewinnen, soviel erreichbar ist. Da nicht allen Seiten eines Hauses die gleiche Menge Sonnenwärme zufließt, ist es auch nicht gleichgiltig, nach welcher Himmelsrichtung die Straßen orientiert sind und nach welcher Seite die Wohnräume in den Straßen belegen sind.

Charakteristisch für die Wintermonate ist der geringe Hochstand der Sonne, der um die Zeit des 21. December in unseren Breiten nur zwischen 15 und 20° während der Mittagszeit beträgt.

Die Variationen des Sonnenstandes ergibt am besten folgende Berechnung der Sonnenhöhe zur wahren Mittagszeit für den 21. jedes Monats (für Marburg):

Datum	Wahre Höhe	Scheinbare Höhe
21. Januar	19° 13′	19° 16′
21. Februar	28° 32′	28° 34′
21. März	39° 42′	39° 43′
21. April	51° 17′	51° 18′
21. Mai	59° 31′	59° 32′
21. Juni	62° 38′	62° 38′
21. Juli	59° 33′	59° 34′
21. August	51° 5′	51° 6′
21. September	39° 38′	39° 39′
21. October	28° 14′	28° 16′
21. November	19° 6′	19° 9′
21. December	15° 44′	15° 47′

Die Sonnenstrahlen verlieren daher während der Morgen- und Nachmittagszeit durch den schiefen Einfall und wegen des Durchgangs durch die Atmosphäre außerordentlich viel von ihrem wärmenden Einfluss. Wenn bei vollem Zenithstand 75 Procent der in die Atmosphäre tretenden Wärme durchgelassen werden, so gehen bei 10° Hochstand nur mehr 20 Procent, bei 20° Hochstand nur mehr 43·4 Procent hindurch. Dazu kommt noch, dass vielfach Morgennebel oder die Condensation des Wasserdampfes gegen den Abend hin noch weiter wärmeabsorbierend wirken. Wir haben also für die Ost- und Westseite im allgemeinen nur wenig wärmende Wirkung zu erwarten, dagegen am meisten noch an der *Südseite*, wie Knauff auch durch Rechnung zu zeigen vermochte. Es wäre sehr zu wünschen, wenn durch directe Messungen, wie sie Vogt allerdings nur für Sommertage durchführte, die Wärmevertheilung für die einzelnen Himmelsrichtungen und für die besonders wichtige Zeitperiode vor und nach dem Wintersolstitim näher bestimmt würde; namentlich hätte man festzustellen, inwieweit die Bewölkung und locale Verhältnisse die Erwärmung verschieden orientierter Flächen zu ändern vermögen. Sonach müsste als *einzuhaltende Hauptrichtung der Strassen die äquatoriale* gelten, wobei freilich nur die eine Seite der Häuser mit Wärme versorgt würde, oder eine nach *Südost-Nordwest* oder Südwest-Nordost abweichende Richtung, wobei *beide Seiten* Wärme erhalten können. Die von Vogt angenommene meridionale Straßenrichtung gewährt nur während der warmen Jahreszeit für die Ost- und Westseite mehr Wärme als für die Süd- und Nordseite zusammengenommen. Im Sommer aber ist gerade dieser Wärmeüberschuss unbequem. Die Äquatorialstellung ist kein Straßenrichtungssystem, welches allen Bewohnern gleiche Mengen strahlender Wärme sichert, wenn man daran fest hält, speciell die nach der Straße zu gelegenen Räume mit Wärme versorgen zu wollen; anders liegt die Sache, wenn die Rückseite der Gebäude mit zu Wohnzwecken verwendbar ist, weil alsdann die nach der Straßenlage als Schattenbewohner Aufzufassenden an der Rückseite der Gebäude der Wärme theilhaftig werden können. Eine Südost-Nordwest und Nordost-Südwest verlaufende Straße wird den Bedürfnissen besser entsprechen.

In den Städten tritt als erschwerender Umstand für die Versorgung mit Wärme die *Beschattung* durch benachbarte Gebäude entgegen; eine Versorgung mit Sonnenwärme ist nur möglich, wenn die Straßenbreite eine zureichende ist. Es hat nun keine Schwierigkeiten, zu ersehen, wie breit die Straßen werden müssten, wenn durch einige Zeit hindurch ein Gebäude bis zu seinem Fußpunkte zur Zeit des Wintersolstiums — am 21. December — von den Sonnenstrahlen getroffen werden soll; man kann sich leicht die Verhältnisse durch Zeichnung oder Rechnung vor Augen führen.*) Da der Hochstand der Sonne zu dieser Zeit 15 bis 20° beträgt, ist die Schattenlänge am Mittag 3·7- bis 2·8 mal so groß als die Höhe des schattengebenden Gegenstandes. Der Schattenlänge entsprechend würde sich auch die Breite der Straßen zu

*) Nennt man a die Häuserhöhe, b den Schatten und α die Sonnenhöhe, so ist der Werth $\frac{b}{a}$, d. h. die Angabe, um wie vielmal der Schatten länger als das Haus hoch ist, die Contangente von α; also $\frac{b}{a} = ctg\ \alpha$.

verhalten haben Suchte man aber eine mehrstündige Bescheinung durch die Sonne zu erreichen, dann wären, weil die Sonne zu früher Tageszeit einen noch geringeren Hochstand hat, noch bedeutendere Straßendimensionen zu wählen. So würden also schon für die Südseite sich Schwierigkeiten ergeben; noch ungünstiger würden sich die Verhältnisse für die Ost- und Westseiten gestalten, weil diese nur zu früher Morgenstunde, beziehungsweise gegen den Abend hin von Strahlen getroffen werden, welche unter zu spitzem Winkel auffallen und fast unwirksam sind. Gerade um diese Zeit steht die Sonne im Winter aber schon wieder so tief, dass nur ein gewaltiger Abstand gegenüberliegender Gebäude die Beschattung vermeiden kann.

Diesen Anforderungen kann man bei Stadtanlagen nicht genügen, denn Straßen, welche drei- und viermal so breit sein sollen, als die Häuser hoch sind, würden eine gewaltige Ausdehnung der Städte und große Kosten für Unterhaltung der Straßen, für Beleuchtung, Wasserversorgung, Canalisation u. s. w. erfordern und Unbequemlichkeiten mancher Art schaffen. Es ist auch sehr fraglich, ob nicht durch das ungehemmte Anstürmen der Winterwinde bei abnorm breiten Straßen dem Hause weit mehr Wärme durch Abkühlung entzogen wird, als es an Sonnenwärme gewonnen hat. Dagegen wird man bei einzelnen Anlagen von Krankenhäusern wohl der Besonnung während der Wintermonate mehr Aufmerksamkeit schenken müssen und sie in dem gedachten Sinne zu lösen versuchen, namentlich bei Baracken und Pavillonbauten ist ausreichende Besonnung und genügender Abstand der Gebäude leicht zu erreichen, weil sie ja keine bedeutenden Höhendimensionen haben.

Wollte man sich also im Allgemeinen bei Anlage von Straßen an den Gesichtspunkt halten, denselben thunlichst viel und gleichmäßig Wärme zukommen zu lassen, so wäre eine mittlere Orientierung Nordost bis Südwest u. s. w. zweifellos eine zweckmäßige und durch die Erfahrung anscheinend als gut erkannte. Im Großen und Ganzen erfolgt die Anlage von Straßen in den Städten nur selten nach hygienischen Grundsätzen, vielmehr entwickeln sie sich in der Regel nach den Verkehrsbedürfnissen. Der Verkehr einer Stadt gravitiert überall nach einem Centrum zu, wodurch die Anlage radiärer Straßenzüge und die Abgrenzung nach dem Dreiecksystem nothwendig wird. Dieser Forderung des Verkehrs könnte man aber doch genügen und dennoch für die demselben nicht streng unterzuordnenden Straßen eine Orientierung nach günstiger Himmelsrichtung verlangen.

Da es gewiss wünschenswert ist, die Wohnräume mit Sonnenwärme zu versehen, so sind bei Auswahl der Räume zu Wohnzwecken in den Straßen, die von der Besonnung nur zum Theil getroffen werden, jene mit günstiger Orientierung vorzuziehen. Gerade in den Verkehrsstraßen mit centraler Lage pflegen die Übelstände am bedenklichsten zu sein, weil hier durch die Preise des Bodens die Bebauung am dichtesten zu sein pflegt. Die Übelstände werden aber vielfach dadurch gemildert, dass in solchen Lagen die Parterrelocalitäten oder selbst die unteren Stockwerke für Lagerräume und zu Verkaufszwecken benutzt werden, und die höher gelegenen Stockwerke, welche der Sonne leicht zugänglich sind, zu Wohnräumen. Wenn nur die höheren Etagen zu Wohnzwecken zugelassen werden, ist für viele unzweckmäßig gebaute Straßen Abhilfe zu schaffen, wobei aber noch vorausgesetzt werden muss, dass

die Gebäude nicht in sanitär unzulässiger Weise eine zu große Stockwerkszahl besitzen.

Von großer Wichtigkeit wäre das Bestreben, die Hofräume dort, wo nach ihrer Seite zu bewohnte Räume zu liegen kommen, so zu erweitern, dass die Sonnenstrahlen die Hausfläche zu treffen vermögen. Es erscheint noch etwas verfrüht, heutzutage bereits mit ganz bestimmt formulierten Forderungen behufs der Größe des nothwendigen Minimums der Bestrahlung gesunder Wohnräume hervorzutreten, denn es fehlt dazu an der nöthigen experimentell begründeten Basis; aber daran muss man festhalten, dass je mehr Sonnenwärme Wohnräume in den Wintermonaten empfangen, desto gesünder sind sie.

Es ist übrigens nicht allein die Sonnenwärme, weswegen wir den Zutritt der Sonnenstrahlen an den Häusern ungehemmt lassen wollen, sondern ebensosehr der Einfluss des directen Sonnenlichtes, das wir für sanitär wichtig und bedeutungsvoll halten müssen. Hinsichtlich dieser Versorgung mit Lichtstrahlen gilt genau dasselbe, was wir betreffs der Zugänglichkeit der Straßen in den Städten betreffs der Wärmeversorgung gesagt haben; je mehr wir auch in den Wintermonaten dem Genusse der Sonnenstrahlung uns hingeben können, um so freundlicher, behaglicher und gesünder sind unsere Wohnräume. Die Straßenbreiten erfordern aber bedeutende Ausdehnung; die Orientierung muss eine zweckmäßige sein.

Viele vernachlässigen bei ihren Betrachtungen über die Anforderungen, welche an Straßenanlagen zu stellen sind, vollkommen die Gesichtspunkte, welche wir bezüglich der Versorgung mit directem Sonnenlicht und Sonnenwärme eben entwickelt haben, und wollen Anforderungen an die Bauvorschrift nur insoweit erhoben wissen, dass jedem Wohnraum an diffusem Himmelslicht so viel zukommen solle, als zum Arbeiten erforderlich sei. Damit wäre ausgesprochen, dass die Art der Orientierung eines Gebäudes gleichgiltig sei; denn wenn auch das diffuse Himmelslicht von der Nordseite des Firmamentes geringere Helligkeit besitzt, wie jenes des südlichen Himmels (Cohn), so fällt das doch nicht wesentlich ins Gewicht. Außerdem aber bleiben natürlich Räume verwendbar, welche jahraus jahrein von keinem directen Sonnenstrahl berührt werden.

Stellt man die Anforderung, dass in den Parterreräumen noch in einiger Entfernung von dem Fenster (*2 m*) den größten Theil des Tages genügend Licht zur Arbeit (Lesen oder Schreiben) vorhanden sei, so wird bei richtiger Anlage und Größe der Fenster eine Straßenbreite, die der Häuserhöhe entspricht (H : B = 1), den Bedingungen genügen (Vorschläge des deutschen Vereines für öffentliche Gesundheitspflege, Clément), aber der übrige Theil des Zimmers wird kein directes Himmelslicht erhalten, sondern nur insoweit hell sein, als reflectierte Strahlen gegenüber liegender Gebäude dazu beitragen. Deswegen wird auch vorgeschlagen, das Verhältnis von Straßenbreite zu Häuserhöhe auf 1 : 1·3 (Clément) bis 1 : 1·5 (Trélat) zu erhöhen. Dies sind also die Mindestforderungen, welche man mit Rücksicht auf die Verbesserungen der Beleuchtungsverhältnisse der Wohnräume wünschen muss. Es mag aber nochmals darauf hingewiesen werden, wie nothwendig es ist, darauf zu achten, dass das zur Verfügung stehende Licht auch den Räumen zur Benützung zugute komme. Es wird genügende Fenstergröße, die

Anbringung derselben bis nahe unter die Decke, das Freihalten von störenden Gardinen und eine nicht zweckwidrige Tiefe der Räume vorausgesetzt.

Soll für die Vertheilung von Licht (und Wärme) ausreichend gesorgt werden, so muss berücksichtigt bleiben, dass auch die Hofräume ebenso wie die Straßen hinsichtlich der Breite zu behandeln sind und dass nicht ausgedehnte Rückgebäude durch enges Aneinanderbauen den Lichtzutritt vollkommen abschließen.

In Vorstehendem haben wir die Aufgaben betrachtet, wie sie für die Versorgung mit Sonnenwärme und Sonnenlicht einer in ebener Lage befindlichen Stadt sich gestalten. Complicierter werden die Aufgaben bei Städten, in hügeliger Lage oder in Mulden und Thälern. Hier kann es wichtig werden, durch besondere Untersuchungen die günstigste Lage für die Straßen festzustellen. Im allgemeinen wird der Südabhang des Hügels jene Straßen in sich begreifen, welche am günstigsten mit Licht und Wärme versorgt sind; doch sind gesonderte Untersuchungen gewiss nicht ohne Berechtigung. Es liegen gerade über den Einfluss der Exposition bezüglich der Boden- oder Luftwärme nur wenige Messungen vor. v. Kerner hat in Innsbruck an einem exponiert gelegenen Hügel Messungen der Bodenwärme durch drei Jahre hindurch fortgesetzt, wobei sich ergab, dass die Exposition Südost, Süd und Südwest fast gleich waren 12·7° C., die Nordseite hatte dagegen nur 9·4° C. Im Sommer (Mai bis August) war die Südost-Exposition wärmer als die südwestliche (Hann).

Naturgemäß werden die luftigen und freier gebauten Straßenanlagen weit weg von dem Centrum einer Stadt liegen; da hier der Baugrund billig ist und auch eine weniger intensive Bebauung noch rentabel erscheinen lässt. Die billigeren Wohnungen haben aber den Nachtheil des schwierigeren Verkehrs mit der Stadt, weshalb es die erste Fürsorge bei der Anlage von billigeren Straßen zu Wohnzwecken sein müsste, auch gute Verkehrsmittel nach den Centren herzustellen.

Die Straßenanlagen haben nicht nur die bis jetzt besprochene Aufgabe, Luft, Licht und Wärme freieren Zutritt zu gestatten, sondern sie dienen wesentlich dem Verkehre. Ihre Anlage erfordert Rücksicht hierauf und meist verdanken wir dieser und dem Bestreben, die Sicherheit des Verkehres zu heben, den ersten Anstoß zur Straßenerweiterung in den älteren Centren der Großstädte. Die Verkehrssicherheit liegt freilich auch im hygienischen Interesse.

Die Sicherheit des Verkehrs erfordert eine angemessene Straßenbreite.

Man bemisst die Straßenbreite nach der Frequenz der Fuhrwerke, indem man die Breite eines solchen mit 2·5 *m* zu Grunde legt. 60 Procent der Straße macht die Fahrbahn, 40 Procent machen die Bürgersteige aus, so dass man der Fahrbahnbreite zwei Drittel hinzuzählen hat, um die ganze Breite einer Straße zu berechnen. Für Pferdebahnbetrieb wird der dafür nöthige Raum der sonstigen Straßenbreite zugelegt.

Außerdem wird theils im Sinne der gleichen Bestrebung auf eine gute Ebenung und Festigkeit des Bodens der Straße Rücksicht genommen werden müssen durch Macadamisierung, d. h. Aufschütten von schwer zerreiblichem Material, wie Basaltschotter, das durch geeignete Walzen fest aneinandergepresst wird, oder durch Steinwürfelpflasterung, Holz-, Eisen- oder Asphaltpflasterung. Um den Schall und Lärm des Verkehrs zu dämpfen, verwendet man Holz- und Asphaltpfla-

sterung; doch gehen diese bei schwerem Lastenverkehr bald zugrunde und letztgenannte ist namentlich wegen der Glätte der Bahn bei Frost den Pferden gefährlich.

Von Wichtigkeit für den Nachtverkehr ist die Straßenbeleuchtung, welche aber durchgängig sehr viel zu wünschen übrig lässt. Geeignet zur Straßenbeleuchtung ist besonders das Leuchtgas, das elektrische Glühlicht, namentlich aber das Bogenlicht. Die Aufstellung kleinerer Lichtquellen, wie die Gaslampen, von denen Schnittbrenner verwendet werden, deren Consum zweckmäßigerweise nicht unter 150 Liter betragen soll, erfolgt meist 3 *m* über dem Boden. Die einseitige Beleuchtung einer Straße ist unzweckmäßig, weil Begegnende sich gegenseitig den Boden beschatten, die alternierende Stellung auf beiden Seiten einer Straße muss, wo irgend thunlich, eingehalten werden.

Die Bedürfnisse einer Straßenbeleuchtung sind äußerst verschieden, je nach der Lebhaftigkeit des Verkehrs; je größer der letztere, und je ausgedehnter namentlich der Wagenverkehr ist, je schneller die Verkehrsmittel sind (Trambahn, Dampfbahnen u. s. w.), desto heller muss eine Straße erleuchtet sein.

Meist werden die Straßen nicht durch die eigentlichen Straßenlaternen auf den genügenden Grad der Helligkeit gebracht, sondern durch das von Schaufenstern ausgehende Licht. Eine Straßenbeleuchtung sollte zum mindesten unter der Laterne ausreichend Licht gewähren, um Gedrucktes bequem lesen zu können, und zwischen zwei Laternen (an dem lichtschwächsten Orte) so viel, um Passanten in einiger Entfernung wahrnehmen, Hausnummern und diesen an Buchstabengröße ähnliche Aufschriften (Straßenschilder), Wegehindernisse u. dgl. erkennen zu können. Whybauw meint, dass eine Meterkerze eine allen Bedürfnissen genügende Beleuchtungsgröße einer Hauptverkehrsstraße wäre. Nach statistischen Erhebungen des Verfassers bleiben in deutschen Städten die Beleuchtungsgrößen weit unter dieser Zahl; unter günstigen Verhältnissen beträgt die Helligkeit zwischen zwei Laternen 0·22 Meterkerzen, in der Mehrzahl der Fälle aber nur 0·1 Meterkerze und darunter. Ja vielfach dient die Straßenbeleuchtung nur „Illuminationszwecken", indem man weniger auf den Effect der Beleuchtung, d. h. die Erhellung der Straße sieht, als auf das Vorhandensein von Lampen überhaupt. Es gibt Städte, welche sich mit $^{1}/_{100}$ Meterkerze als Straßenbeleuchtung genügen lassen. Wenn man überhaupt von einer Beleuchtung sich Erfolg verspricht, kann man als Minimalmaß die Aufstellung von Gasflammen mit circa 150 *l* Stundenconsum bei Entfernung von 30 *m* bezeichnen, wobei etwa 0·07 Meterkerzen in minimo vorhanden sind.

Vielfach herrscht die Unsitte, die „Mondbeleuchtung" als Aushilfsmittel der Straßenbeleuchtung heranzuziehen; während der Mondscheinstunden werden nur Richtungslaternen angezündet. Da nur zu häufig durch die Bewölkung das Mondlicht vollkommen fehlt, so sind diese Städte an vielen Tagen des Jahres ganz ohne Beleuchtung.

Kleine Gasflammen unter 150 *l* Stundenconsum sind unzweckmäßig und geben unmittelbar unter der Laterne zu wenig Licht; zu große Lichtquellen mit großen Abständen bisweilen in der Nähe der Laterne zu viel Licht. Durch eine Anzahl kleiner Lichtquellen und bei geringen Abständen wird die Vertheilung des Lichtes günstiger in den Straßen als bei großen Lichtquellen und großen Abständen.

Wesentlich anders liegen die Beleuchtungsverhältnisse großer Plätze, wie sie ja besonders in den Städten sich finden und die gerade für die Fußgeher die größten Gefahren durch Fuhrwerke herbeiführen. Hier sind die starken Lichtquellen in ganz bedeutendem Vortheil gegenüber den kleineren Lichtquellen. Die Platzbeleuchtung ist ein Arbeitsfeld für die Bogenlampen.

Sie werden so vertheilt, dass sie in den Ecken gleichseitiger Dreiecke zu stehen kommen (Uppenborn). Das Maximum der Beleuchtung ist dann am Schwerpunkt jedes Dreieckes vorhanden. Ist h die Höhe der Lichtquelle über dem Boden, a die Entfernung voneinander in Meter, J die Intensität der Lichtquelle, so ist die Intensität des Minimums

$$B \text{ Min.} = 3 \times \frac{J}{h_2 + {}^1/_3 a^2}$$

des Maximums:

$$A \text{ Max.} = \frac{J}{h^2}$$

Eine Bogenlampe von 800 Meterkerzen Helligkeit sei 8 m hoch und in Abständen von 54 m aufgestellt; dann ist:

B Min. = 0·94 Meterkerzen
B Max. = 12·5 "

dreimal so starke Lampen von 2400 Kerzen Helligkeit in ein Drittel so großer Anzahl, liefern aber, da $a = a\sqrt{3}$ wird:

$$B \text{ Min.} = 3 \times \frac{3\,J}{h^2 + a^2}$$

B Min. = 1·12 Meterkerzen
B Max. = 37·5 "

also eine wesentliche Verbesserung der Beleuchtung (Krüss).

Da die elektrische Beleuchtung noch zu wenig durchgeführt ist, so bedient man sich vielfach der Siemens-Regenerativ-Brenner als starker Lichtquellen und sind viele Städte mit denselben behufs Beleuchtung von Plätzen oder wichtiger Verkehrspunkte versehen.

Das eifrigste Bestreben einer Stadt muss dahin zielen, die Verschlechterung der Luft möglichst zu vermeiden. In erster Linie gehört zu den Aufgaben also die Erzielung von staubfreier Luft. Vor Allem wird die Pflasterung und Pflege der Straßen viel dazu beitragen können, Schaden zu vermeiden. Frequente Straßen müssen aus diesem Grunde mit einer schwer abnutzbaren Pflasterung versehen werden. In allen Fällen wird ein sorgsames Besprengen der Straßen die besten Früchte tragen, verbunden mit einer zielbewussten Reinigung der Straßen. Etwa 120 Tage des Jahres benöthigen ein Besprengen der Straßen. Ein Fuhrwerk versorgt mit 25 bis 35 m^3 Wasser 4 oder 2 Kilometer Straßen mit ein-, beziehungsweise zweimaligen Besprengen; ein Arbeiter reinigt 3000—4000 m^2 Straßenfläche, eine Kehrmaschine das Zehnfache (Flügge).

Die Vorgärten vermindern wesentlich die Belästigung durch Staub; zu dem gleichen Zwecke ist es wertvoll, die freiliegenden, zum Verkehre nicht benützten Plätze einer Stadt zu bepflanzen.

Durch Rauch stark belästigende Fabriken sollten zwangsweise zu Anlagen behufs Minderung der Rauchgefahren angehalten werden. Be-

lästigende Gewerbe können gleichfalls wenigstens an die Peripherie der Städte zurückgedrängt werden. Besonderes Augenmerk hat man der öffentlichen Reinlichkeit zuzuwenden, durch die Wasserversorgung, Canalisation. Wir werden dieselbe in den nächsten Capiteln ausführlicher besprechen.

Eine mit wachsamem Auge das Wohl der Stadt verfolgende Behörde hat es in der Hand, Wesentliches in der Verbesserung der Stadtluft zu leisten und Gefahren von Tausenden und Millionen Menschen abzulenken.

Die beste Fürsorge kann es aber nicht umgehen, dass die Verbesserung der Luft allein noch nicht zum Wohlbefinden genügt. In den Städten tritt namentlich mit Rücksicht auf das Wohlbefinden der Kinder, wie alter oder schwacher Personen noch die Aufgabe heran, für diese Aufenthaltsplätze zu schaffen, welche während der wärmeren Jahreszeit das ersetzen sollen, was der andauernde Wohnsitz in einer Stadt am meisten entbehren lässt — die ungezwungene Bewegung im Freien. Die Anlagen und Kinderspielplätze mit Bäumen und Buschwerk sind keineswegs dazu bestimmt, wie Viele meinen, die Luft durch den von den Pflanzen ausgeathmeten Sauerstoff zu verbessern — in dieser Hinsicht leisten sie eigentlich gar nichts — sondern sie sollen einen staubfreien, dem Verkehr entrückten, schattigen Aufenthalt gewähren und müssen zu diesem Behufe von geeigneter Ausdehnung sein. Sie sollten sich gleichmäßig durch die Stadt vertheilt finden, damit zur Erreichung derselben nicht etwa große Wegstrecken zurückgelegt werden müssen. Alte Leute, welche nicht mehr die Fähigkeit haben, das Weichbild der Stadt zu verlassen, um vor derselben sich zu ergehen, und Kinder, welche ja bei der Benützung von Straßen mit lebhaftem Verkehr besonders gefährdet sind, sollen in den Anlagen ihre Erholungsplätze finden. Für Viele sind diese Plätzchen jahraus jahrein das Einzige, was an Naturgenuss geboten wird.

Im Umkreise einer Stadt wird man fast überall ausgedehnte Anlagen treffen, welche, für mäßige Fußgeher oder mit Communicationsmitteln leicht erreichbar, Erholung in körperlicher Leistung gestatten; sie können, wie oben gesagt, die kleineren Anlagen und Spielplätze im Innern der Stadt nicht ersetzen.

Eine äußerst humane, sanitären Bestrebungen entgegenkommende Einrichtung sind die in neuester Zeit in Aufnahme gekommenen Feriencolonien, welche kränklichen Stadtkindern einen zeitweisen Aufenthalt auf dem Lande ermöglichen.

Ein sehr fühlbarer Mangel trifft in den Städten die Pflege der Haut. Sie ist auch gewiss in den Städten nicht minder wichtig als auf dem Lande, zumal die staubreiche Luft zur Unreinlichkeit wesentlich beiträgt. Dazu kommt, dass in den größeren Städten es nur zu häufig an Badegelegenheit und zwar an bequem zu erreichender Gelegenheit fehlt. In den Sommermonaten gewährt ein Bad nur Erholung und Behaglichkeit, wenn man dasselbe benützen kann, ohne einen langen Marsch zurücklegen zu müssen. Es haben daher die vor den Städten in weiter Entfernung gelegenen Badeplätze nicht die volle Bedeutung. Außerdem bedarf es aber nicht nur zu jener Zeit, während welcher kalte Fluss- oder Seebäder genommen werden können, sondern auch im Winter entsprechender Badeanlagen, welche um billigen Preise benützbar sein sollten. Die Douche, welche man vielfach einzuführen bestrebt ist, kann

ein Vollbad nie ersetzen, kalt angewendet entspricht sie namentlich den Bedürfnissen des Arbeiters nicht. Wir haben die nähere Besprechung über die Nothwendigkeit der Hautpflege schon früher gegeben. Die öffentliche Fürsorge für die Hautpflege ist heutzutage kaum in den Anfängen; es ist dies eine sehr betrübende Thatsache, zumal wir aus dem Alterthume die leuchtendsten Vorbilder betreffs gemeinnütziger Anlagen zum Zwecke der Hautpflege besitzen.

Die Berufsgeschäfte und Gewerbe in den Städten sind meist derart, dass sie eine gesundheitsgemäße Anstrengung des Körpers vermissen lassen. Für alle hierher gehörigen Classen besteht die dringende Veranlassung, ihrem Körper und der Musculatur eine ausreichende Übung zu verschaffen. Zwar bieten Spaziergänge oder manche Zweige des Sports in dieser Hinsicht gewisse Vortheile. Keines von beiden kann jene rationelle und allseitige Übung der Muskeln, welche das Turnen gewährt, ersetzen. Die Pflege des Turnens ist in den Städten eine Maßregel von hoher sanitärer Bedeutung.

Die Übervölkerung in den Städten führt, wie wir schon besprochen haben, leicht zu einer bedeutenden Verschmutzung des Städtebodens. In dicht bewohnten Theilen einer Stadt treffen oft nur 10 m^2 Bodenfläche auf den Menschen, ja bisweilen noch weniger, wobei nicht einmal in Erwägung gezogen wurde, dass der größte Theil dieser Fläche überbaut ist. Nun gibt es gerade in den Städten zahllose Quellen für die Bodenverunreinigung; die Fäcalien der Menschen und Thiere, Wasch- und Küchenwasser, Küchenabfälle, Speisereste, Schlachtabfälle, gewerbliche und industrielle Abfälle u. s. w. machen unglaubliche Quantitäten aus und eine nicht eben vorsorgliche Behandlung vertraute in früheren Zeiten meist alle diese Stoffe entweder dem Boden an oder man ließ sie in wenig controlierter Weise durch Straßen und Wege und unterstützt von einem kräftigen Regenfall ihren Ablauf nach dem nächsten Flusse suchen.

Die Beladung des Bodens mit Abfallstoffen ist an sich noch keineswegs bedenklich; denn derselbe vermag ja diese Stoffe allmählich zu zerstören, so dass es innerhalb gewisser Grenzen zu keiner Überladung des Bodens und zu Misständen zu kommen braucht; jeder Acker- oder Gartenboden verarbeitet die ihm zu Düngezwecken zugeführten Verunreinigungen. In der That stünde also nichts entgegen, dem Städteboden eine ähnliche Leistung zuzumuthen. Es ist aber einerseits die Qualität des Städtebodens eine wesentlich andere als jene des Ackerbodens, dann aber auch die Quantität des in den Städten abfallenden Unrathes viel größer, bis sechzigmal so groß, als die vom Culturboden zu Düngezwecken aufgenommenen Stoffe ausmachen. Diese Mengen erträgt ein Boden nicht, ohne alsbald an Übersättigung zu leiden und bis in bedeutende Tiefen von Schmutzstoffen durchtränkt zu bleiben. Die verschiedenartigsten Verkehrsmittel bringen die Lebensbedürfnisse den Städten zu, für die Abfuhr der Stoffe aus der Stadt pflegt entweder gar nicht oder nur kümmerlich gesorgt zu sein.

So kommt es denn bei ungenügender Rücksicht auf diese Verhältnisse zu einer intensiven Beschmutzung und Übersättigung des Bodens, die ihrerseits in bedenklichem Grade niederen Organismen die Vegetationsbedingungen liefert. Höfe und Winkel füllen sich mit Abfällen aller Art, die Filtrationswirkung des Bodens vermag das Grundwasser

nicht weiter vor Verunreinigung zu schützen, der Bodenverunreinigung gesellt sich die Brunnenverderbnis hinzu.

Hat sich nun irgendwo durch Außerachtlassung der öffentlichen Reinlichkeit eine wirkliche Verschmutzung einer ganzen Stadt herausgestellt, so leidet auch die private Reinlichkeit in empfindlichem Grade darunter. Die Reinlichkeit der Stuben, die Reinlichkeit der Wäsche und des Körpers sinkt von Stufe zu Stufe und so hat die Epidemien begünstigende Bodenbeschmutzung ein neues wichtiges Moment für die Verbreitung von Krankheiten, den Mangel privater Reinlichkeit erzeugt.

Gerade die erziehliche Wirkung, welche die Hebung der öffentlichen Reinlichkeit hat, sollte nie außer Acht gelassen werden und hier sollte stets der erste Hebel zur Verbesserung gesundheitlicher Zustände eingesetzt werden.

Die Mittel, die öffentliche Reinlichkeit einer Stadt zu heben, sind sehr umfassende, vor Allem die Beschaffung des wesentlichsten Reinigungsmittels, des Wassers, und ferner die Maßnahmen für die Beseitigung der Abfallstoffe, welche wir in besonderen nachfolgenden Capiteln erörtern wollen.

Zweites Capitel.

Die Wasserversorgung.

Zweck der Wasserversorgung.

Die Erhaltung der Gesundheit des Menschen ist direct von der Versorgung mit gutem Wasser abhängig und dies Bedürfnis nach Wasser wird sich am lebhaftesten da geltend machen müssen, wo viele Menschen zusammen wohnen, wie in den Städten, weil hier meist die Wahl nahe gelegener Wasservorräthe ausgeschlossen, die Zuführung guten Wassers nach denselben erschwert und gerade in den Städten der Bedarf an Wasser größer zu sein pflegt, als in den Dörfern und auf dem Lande.

Die Wasserversorgung stellt sich also in der Regel als eine Cardinalfrage der öffentlichen Gesundheitspflege dar, und sie ist auch fast durchwegs jene Maßregel, mit welcher die Gemeinden die Lösung sanitärer Aufgaben zu beginnen pflegen.

Das Bedürfnis nach Wasser erklärt sich vor Allem aus seiner Rolle, welche es im Organismus spielt. Es ist ein Nahrungsstoff und kann nie in einer Nahrung fehlen. Die Functionen in den einzelnen Organen und Zellen können nur bei sorgsamster Beibehaltung ihres Wassergehalts vor sich gehen und schon sehr geringe Schwankungen im Wassergehalt derselben rufen die allerbedenklichsten Zustände hervor. Da wir nun jeden Tag, ob wir nun hungern oder dürsten, in Harn und Koth und durch die Lungen und Hautathmung bedeutende Mengen von Wasser abgeben, welche nur zum kleinsten Theil aus der Oxydation von Wasserstoff in den Nahrungsmitteln entstammen, so muss zum Wiederersatz des zu Verlust gegangenen Wassers, Wasser aufgenommen werden. Bei Thieren lässt sich mit aller Bestimmtheit erweisen, dass der Dursttod

eintritt, wenn sie etwa 20—22 % des an dem Körper vorhandenen Wassers abgegeben haben. Krankhafte Störungen, wie große Unruhe, Schwäche in den Beinen, Zittern, werden schon durch einen Verlust von 10 % des Wassers zustande gebracht (Nothwang). Andere Substanzen unseres Körpers vermögen wir weit leichter zu entbehren; ein Hungernder kann alles Fett verlieren, und die Hälfte seines Eiweißes ohne hervortretende Störungen der Functionen zu erleiden.

Der Durst ist demnach ein weit gefährlicherer Feind als der Hunger.

Die Wasserabgabe eines Menschen ist sehr häufig eine so hochgradige, dass eine gefährliche Wasserentziehung zustande kommen kann unter gleichzeitiger Zurückhaltung von Zersetzungsproducten.

Wir bemessen in unserem Klima die Durstgefahr gering, weil wir überall Wasser zur Befriedigung des Durstes finden; die Reisenden der Tropen wissen, wie unendlich gefährlicher und schmerzhafter der Durst gegenüber dem Hunger werden kann. Die Größe des Wasserverlustes ist eine äußerst schwankende, weil die verschiedenartigsten Umstände, die Temperatur der umgebenden Luft, die Windbewegung, die Kleidung, Nahrungsaufnahme, die Arbeitsleistung u. s. w., darauf einwirken. Unter exceptionellen Verhältnissen kann zur Ausgleichung des Verlustes bis an 11 *l* Wasser täglich benöthigt werden, indes im Mittel wohl etwa 3 *l* aufgenommen werden mögen. Durch Oxydation von *H* zu Wasser entstehen nur etwa 16 % der im Ganzen vom Körper abgegebenen Wassermenge (Voit). Das für den Organismus benöthigte Wasser braucht keineswegs als solches getrunken zu werden, es wird vielmehr zum großen Theil bereits durch die Speisen, namentlich durch die mit reichlichem Wassergehalt ausgestatteten Speisen vegetabilischer Herkunft uns zugeführt.

Eine intensive Wasserentziehung führt in der Regel unter Krämpfen zum Tode (Cholera, Verbrennungen); Wasseransatz und Aufspeicherung findet sich in den Geweben (von Hydrops u. s. w. abgesehen) meist in Folge von schlechter Ernährung.

Auch von der Art der Ernährung hängt der Wasserbedarf ab; je eiweißreicher die Kost ist, um so mehr Wasser muss dem Körper einverleibt werden.

Das Wasser ist übrigens für uns nicht allein Nahrungsstoff, sondern findet als Nutzwasser die allermannigfachsten Verwendungen im Haushalt des Menschen. Es ist vor Allem ein Lösungsmittel für Stoffe der allerverschiedensten Herkunft und die Grundbedingung zur Reinhaltung des Körpers, des Hausstandes und seiner Umgebung.

Die Reinlichkeit der Haut macht letztere tauglich zu ihrer Rolle, welche sie in der Wärmeregulation zu spielen hat; sie befreit aber auch den Menschen von einer großen Zahl thierischer Parasiten und verringert die häufige Verschleppung auch anderer Krankheitsträger; eine befriedigende Reinlichkeit kommt aber nur zu Stande bei reichlicher Versorgung mit Wasser und nie soll das Wasser etwa nur zu kümmerlicher Befriedigung des Reinlichkeitsbedürfnisses führen, sondern dem letzteren muss mit allen Mitteln entgegengekommen werden. Das Wasser soll nicht nur hinreichen zu einer sorgfältigen Waschung, vielmehr sollen Bäder nicht allein während der Sommermonate, sondern zu jeder Jahreszeit durch Anlage von Volksbädern

Jedermann zugänglich werden, und je früher dem Menschen diese Reinlichkeitspflege zur Gewohnheit wird, desto besser.

In den Wohnräumen, beziehungsweise der Küche muss jederzeit das Wasser reichlich zur Benützung vorhanden sein; denn auch in den bestangelegten, geräumigen und luftigen Wohnungen kann gesunde Luft nur herrschen, wenn zu gleicher Zeit die Reinlichkeit ein Gast im Hause ist und Reinheit der Wäsche, die ihrerseits die Hautreinlichkeit mit sich bringt, findet sich nirgends, wo Wassermangel herrscht.

Eine gute Wasserversorgung hat eine häufig viel zu gering angeschlagene erziehliche Aufgabe, die in der Verbesserung nicht nur der privaten Reinlichkeit liegt, sondern auch auf die Verbesserung oder die leichtere Durchführung der öffentlichen Reinlichkeit hinwirkt. Mit dem Steigen der Nachfrage nach Wasser ist ein Heben des ganzen Culturzustandes einer Bevölkerung gegeben und diese indirecten Wirkungen müssen unbedingt auch einen Einfluss auf die Ausbreitung und Verschleppungshäufigkeit der Krankheiten üben. Wer das Wasser richtig zu verwenden gelernt hat, hat einen großen Schritt an der Verbesserung seiner Gesundheit vorwärts gethan.

Schon im vorigen Capitel haben wir die Aufgabe des Wassers hinsichtlich der Verbesserung der Luft in den Städten Erwähnung gethan. Der hohe Staubgehalt der Stadtluft kann nur durch ausgiebiges Sprengen der Straßen mit Wasser bekämpft werden. Die Anlage gut functionierender Canäle, welche zur Entfernung der Unrathsstoffe einer Stadt zu dienen haben, ist auch wieder abhängig von einer guten und zureichenden Wasserversorgung und Spülung der Canäle.

In hohem Grade aber erfordern namentlich die verschiedenen Industrien eine reichliche Zufuhr von Wasser, nicht nur weil der Dampf als Triebkraft allüberall Verwendung findet, oder weil wir es auch für andere Motoren (z. B. Gasmotoren zur Kühlung des Kolbenraumes) benützen, sondern es bedürfen Papierfabriken, Gerbereien, Bierbrauereien, Stärkefabriken, chemische und Zuckerfabriken u. s. w. bei der Frage der Wasserversorgung eingehendster Berücskichtigung.

Wir können also das Wasser nirgends missen, wo es sich um eine gesunde Entwickelung des Menschen handelt, ebensowenig wie die Pflanze zu ihrem Wachsthum und Gedeihen es entbehren kann. Müssen wir doch die Entstehung des organischen Lebens auf der Erde seiner vorbereitenden Thätigkeit zuschreiben. Ohne die aufschließende und zersetzende Wirkung des Wassers auf die Gesteine wäre kein Boden entstanden, der der ersten Pflanze als Wuchsplatz dienen konnte.

Die Wasservorräthe der Natur.

Die Wasservorräthe der Natur, aus welchen wir unseren Bedarf zu decken im Stande sind, treten uns in mannigfaltiger Weise und in einem sich ewig erneuenden Kreislaufe entgegen. Durch die Wirkung der Sonne verdampft das Wasser der Oceane und unzähliger kleiner Wasserflächen, welche die Erde bedecken; der sich condensierende Wasserdampf kehrt als Regen, Schnee, Hagel, Thau, Nebel zur Erde zurück. Wo die Feuchtigkeit auf den Boden fällt, verdunstet ein Theil des Meteorwassers sofort, ein anderer sickert in den Boden ein und kehrt als Quelle an den

Tag zurück, um vereinigt mit dem sofort abströmenden Rest des Meteorwassers Bäche und Flüsse zu bilden und im Strome zu dem Meer zurückkehrend den Kreislauf zu vollenden.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass andauernd ein Verlust des Wasservorrathes der Erde durch allmähliches Einsickern des Wassers in die tieferen Schichten des Erdkörpers statthaft, ein Verlust, der vielleicht wieder ausgeglichen wird durch das Ausströmen von Wasserdämpfen aus den zahlreichen, zur Zeit noch thätigen Vulcanen.

a) Das Meteorwasser.

Das Meteorwasser (die Niederschläge) bildet je nach dem Regenfalle und der Lage des Ortes eine mehr oder minder ausgiebige Quelle der Wasserversorgung. In Suez fallen z. B im Jahre nur 3 *cm* Regen, in Cerra Punjii in Assam die unglaubliche Menge von 14 *m*.

Da das Regenwasser durch die Atmosphäre fällt, so nimmt es aus derselben verschiedene Bestandtheile mit auf. Es ist deshalb nicht unter allen Umständen als ein reines und gesundes Wasser anzusehen. Zwar enthält es immer die kleinste Menge von feuerbeständigen Stoffen, aber reichlich Staubtheilchen und damit auch alle Mikroorganismen, welche sich eben in dem Staube der betreffenden Örtlichkeit zu finden pflegen. Noch mehr verunreinigt ist häufig das Schneewasser, da der Schnee bei langem Liegen sehr bedeutende Mengen von Staub und Verunreinigungen aufzunehmen in der Lage ist. Nach längerem Regen vermindert sich die Menge der festen Bestandtheile im Regenwasser.

Der Gasgehalt des Regenwassers, d. h. die absorbierte Luft, ist abhängig von der Temperatur, der Zeitdauer des Regens und beträgt circa 25 bis 32 cm^3 pro Liter mit 22 bis 32 Procent Sauerstoff, 62 bis 65 Procent Stickstoff, 7 bis 13 Procent Kohlensäure. Außerdem sind Ammoniakverbindungen, schweflige Säure, Schwefelsäure, kleine Mengen von Wasserstoffsuperoxyd, von Salpetersäure, salpetrige Säure, stickstoffhaltige organische Verbindungen und geringe Mengen fester Stoffe: Kochsalz (namentlich bei seewärtskommendem Regen), Kalksalze, Eisen, Kohle, die häufigsten Bestandtheile des Regenwassers.

b) Quellwasser und Grundwasser.

Von dem auf die Erdoberfläche fallenden Meteorwasser dringt ein Theil in den Boden ein und sinkt in diesem tiefer, bis es auf eine für Wasser undurchlässige Schicht trifft, auf der es weiter fließt, um schließlich durch Brunnen künstlich gehoben zu werden oder als Quelle zu Tage zu treten oder als Grundwasserstrom einem Flusse zuzufließen.

Mit dem Eindringen in den Boden beginnt eine Reihe neuer Vorgänge und Umwandlungen der Zusammensetzung des aufgefallenen Regenwassers.

Die oberen Bodenschichten halten durch Absorption vorwiegend alle jene Substanzen zurück, welche der wachsenden Pflanze Vortheil verleihen; außerdem aber auch alle suspendierten Theilchen und Mikroorganismen. So bleiben also vor Allem die Ammoniakverbindungen.

die Phosphorsäure, die Kalisalze in der Ackererde zurück, das Wasser nimmt aber nun auch andere Stoffe, die in dem Boden sich finden, auf. Große Mengen Kohlensäure werden der Bodenluft entzogen und zu gleicher Zeit schwindet der in dem Wasser absorbierte Sauerstoff, indem er zur Oxydation organischer Stoffe im Boden verwendet wird.

Der Kohlensäuregehalt des Wassers ist eine Hauptbedingung zur Auflösung der mineralischen Bestandtheile des Bodens. Das kohlensäurehaltige Wasser bringt Salze wie z. B. kohlensaure Erden, auch kohlensaures Eisenoxydul und Manganoxydul als leichtlösliche doppeltkohlensaure Verbindungen an Lösung Selbst die Silicate der Alkalien und Erden, welche in der Form von Thon und Feldspat theils für sich, theils als Gemengbestandtheil im Boden überall verbreitet sind, erfahren trotz der Widerstandsfähigkeit, die sie sonst den eingreifendsten Reagentien darbieten, unter der Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers tiefgreifende Umsetzungen, durch welche Alkalien und Kieselerde in lösliche Form übergeführt werden.

Bei dem Durchsickern des Wassers findet aber auch ein Ausscheidungsprocess statt. Das Wasser tauscht einzelne seiner Bestandtheile in Berührung mit neuen Bodensubstanzen aus, so z. B. verliert das Wasser, über Anthracitboden gleitend, von seinem Kalkgehalt und nimmt dafür schwefelsaures Salz auf. Das zu Tage tretende Wasser ist dann das Resultat der Aufnahme und Abgabe, welche wieder wie von der Natur des Bodens so auch von der Zeitdauer, innerhalb welcher das Wasser damit in Berührung war, bedingt wird.

Der vielfache Wechsel der örtlichen Bodenbeschaffenheit und deren verschiedene physikalische und chemische Einwirkung auf das Wasser sind die Ursachen, dass das nach seiner Wanderung durch den Boden zu Tage kommende eine so überaus wechselnde Beschaffenheit zeigt.

Man unterscheidet Quell- und Brunnenwasser. Die Quelle entsteht, indem das innerhalb des Erdbodens über einer für Wasser undurchgänglichen Schicht angesammelte Grundwasser sich selbst einen natürlichen Durchbruch schafft. Der Brunnen dagegen ist ein Schacht, der von der Erdoberfläche in das Grundwasser getrieben wird.

Nach Reichardt enthalten im Mittel per 100.000 Theile reines Quellwasser:

	Abdampfrückstand	Organische Substanz	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Thonerde	Härte
Granitformation . . .	2·44	1·57	0	0·33	0·37	0·97	0·25	1·27
Bunter Sandstein . .	12·5—22·5	1·38	0·98	0·42	0 88	7·30	4·80	13·96
Muschelkalk	32·50	0·90	0·021	0·37	1·37	12·9	2·90	16·95
Dolomit	41·80	0·53	0·23	Spur	2·10	14·0	6 50	23·1
Gyps	236·50	Spur	Spur	1.61	110·83	76·6	12·25	92·78
Thonschiefer . . .	12·00	0	0·054	0·247	2·40	5 04	0·73	6 06

Die Menge und das Verhältnis der mineralischen Bestandtheile des Wassers hängt. nach dem oben Gesagten, sicherlich von der Bodenformation ab, ohne dass man aber von einer durch die Gesteinsart des Bodens gegebenen typischen Zusammensetzung reden könnte.

Die Reinheit der Quellen bleibt nicht immer erhalten. Namentlich nach heftigen Regengüssen bringen Quellen, welche aus Lehmboden strömen, Lehmpartikelchen mit sich und machen das Wasser opalisierend oder trübe. Eisenhaltige Wässer setzen beim Stehen einen rothen, aus Eisenoxydsalzen bestehenden Schlamm ab.

Häufiger noch ist die Ursache der Verunreinigung von Quellen aber sanitär bedenklicher Art.

Es kann durch die Ausbreitung von Städten über einem Quellgebiete, durch Überladung des Bodens mit Abfallstoffen dahin kommen, dass beim Durchströmen des Meteorwassers durch die Bodenschichten auch von den verunreinigenden Bestandtheilen und ihren weiteren Zersetzungsproducten ein Theil mit ausgelaugt wird, und dass selbst organisierte Bestandtheile (Mikroorganismen) dem Wasser sich beimengen. Häufige Begleiter des in dieser Weise verunreinigten Wassers sind Ammoniak, Salpetersäure, salpeterige Säure und das für die menschlichen Abfallstoffe so charakteristische Chlornatrium.

Die zu Tage tretenden Quellen benennt man mit verschiedenen Namen. Rasenquellen sind solche, welche nur unter der Humusdecke verlaufen und die täglichen Schwankungen der Temperatur mitmachen; sie gefrieren im Winter, versiegen im Sommer. Die Bodenquellen stammen aus den tieferen Schichten und entnehmen dem obersten Grundwasserniveau ihre Speisung und schwanken mit der wechselnden Temperatur der Jahreszeiten. Die Gesteinsquellen kommen aus bedeutender Tiefe und sind völlig unabhängig von dem Wechsel der Temperatur der Luft.

Das Grund- oder Brunnenwasser verhält sich im Allgemeinen, was seine Zusammensetzung und sein Entstehen anlangt, wie das Quellwasser. Sind die Brunnen nicht tief in den Boden eingetrieben, so spricht man von Flachbrunnen; reichen sie aber über 100 Fuß in die Tiefe, so bezeichnet man sie als Tiefbrunnen.

In vielen Fällen findet man oft bis zu bedeutender Tiefe entweder zu wenig oder der Qualität nach unbefriedigendes Wasser; dann wird man gezwungen, die erste wasserführende Schicht zu durchbrechen und tiefer einzubohren. Bisweilen werden solche tiefgelegene wasserführende Schichten, welche von einem entlegenen, höher gelegenen Reservoir gespeist getroffen; es tritt alsdann Wasser durch eigenen Druck aus dem Bohrloch zu Tage. Man nennt solche Brunnen artesische.

Das Gewinnen von Grundwasser ist meist eine etwas unzuverlässigere Art der Wasserversorgung, weil wir über der Nachhaltigkeit der Grundwasserreservoirs meist weniger genau unterrichtet sind als bei den Quellen, deren Mächtigkeit und Regelmäßigkeit sich leicht controlieren lässt.

Das Brunnenwasser ist auch, weil es innerhalb der Städte oder nahe den Wohnplätzen der Menschen, also beeinflusst von allen möglichen Bodenverunreinigungen, geschöpft wird, meist weniger den hygienischen Anforderungen entsprechend als Quellwasser. Durch undichte Canäle oder durch undichte Abtrittgruben, Schwindgruben, wegen der Nähe oft unzweckmäßig angelegter Friedhöfe können die sanitär bedenklichsten Stoffe dem Brunnenwasser zufließen, ganz abgesehen davon, dass bei schlecht abgedeckten Brunnen Spül- und Waschwässer gleich direct in den Brunnenkessel dringen. Bisweilen geben auch die von Ratten oder

Mäusen gebohrten Gänge zur Communication mit Canälen oder Abtrittgruben Veranlassung. Bei unreinem Boden erzeugt der auffallende Regen eine periodische Verschlechterung des Trinkwassers der Brunnen (Wagner, Aubry), während bei reinem Boden Trockenheit oder Regen eine derartige Beeinflussung des Grundwassers nicht erkennen lassen (Aubry).

Wenn das Regenwasser wegen oberflächlich gelegener, für Wasser undurchgängiger Schichten nicht versickern kann, bilden sich Tümpel, Pfützen, Teiche oder Sümpfe. Die großen Mengen organischer Stoffe, welche namentlich mit den Laub- und Pflanzenresten diesen stagnierenden Wässern zugeführt werden, liefern zu Zersetzungsprocessen theils biologischer, theils chemischer Art das Material. Neben zahlreichen Mikroorganismen, welche Regen, Staub- und Pflanzentheile dem Wasser zuführen, stellen sich namentlich Verwesungspflanzen aller Art, welche die organischen Substanzen zum Neuaufbau ihres Leibes verwenden können, ein. In faulenden Wässern treffen wir das grüne Hormidium murale, Oxillaria limosa und die schleimig-weiße Beggiatoa versatilis, in dem Moorwasser neben Protococcus, Fadenalgen und Oscillarien auch dunkle Moosarten.

Im allgemeinen ist dieses Wasser kaum zum Genusse tauglich. Anders verhält es sich mit dem Wasser größerer Süßwasserseen, welche in der Regel sehr reines Wasser zu enthalten pflegen. Die suspendierten Substanzen aller Art, die diesen Seen zugeführt werden, gehen zu Boden, oder es findet eine Aufzehrung und Zerstörung dieser Substanzen, also ein Selbstreinigungsprocess des Wassers statt.

Tiefere Wasserschichten sind auch kühl; bei 30 *m* Tiefe wurde von Thiel für den Starnbergersee vom Juni bis August nur 5·0 bis 6·2° C. gemessen.

Flusswasser.

Das Meteorwasser, welches nicht in den Boden sickert und nicht verdunstet, fließt in geneigten, durch die Bodenformation bedingten Rinnen weiter und reißt Theilchen des Bodens mit sich fort; indem es mit immer neuen Boden- und Luftflächen in Berührung kommt, nimmt es aus diesen einzelne Boden- und Luftbestandtheile auf und gibt sie an andere wieder ab; es vermengt sich ferner mit dem aus Quellen abfließenden Wasser und ferner mit demjenigen Wasser, das durch den fallenden Schnee und Regen direct zu ihm gelangt. Es setzt dort, wo es langsam fließt, Bodensatz ab und verändert sich durch die fortwährend wechselnden Umstände stetig.

Die einander begegnenden Wasserläufe vereinigen sich zu Bächen, Flüssen und Strömen. In Folge der wechselnden Art, wie das Flusswasser und Bachwasser entsteht, lässt sich eine bestimmte für alle Fälle giltige Zusammensetzung des Bach- oder Flusswassers gar nicht geben. Im allgemeinen kann man nur sagen, je weiter das Wasser von der Quelle sich entfernt, desto mehr entweicht die Kohlensäure und um so ärmer muss es deshalb an kohlensauren Erdalkalien werden. Das Flusswasser ist daher meist weiches Wasser.

Ein Fluss führt immer je nach seiner Strömungsgeschwindigkeit verschiedene Mengen suspendierter Stoffe, anorganischer und organischer Natur mit sich, z. B. der Rhein zwischen 17·5 und 20·5 Theilen in einem Kubikmeter, der Ganges bis zu 1943 Theile (Everest).

Die Temperatur des Flusswassers ist sehr wechselnd mit den Schwankungen der Lufttemperatur, ferner je nach der Bescheinung durch die Sonne, je nach der Tiefe und Farbe des Wassers und der Farbe des Flussbettes. Die offenen Wasser sind allen Verunreinigungen am leichteten ausgesetzt und leiden namentlich unter der Haus- und industriellen Wirtschaft des Menschen. Unter Umständen kann die Verschmutzung des Wassers freilich so gering sein, dass sie weder für die Sinne, noch für die chemische und mikroskopische Untersuchung bemerkbar wird.

Je weiter das Wasser geflossen ist, desto mehr ist es mit Abfällen der Consumtion und Production beladen. Oft gelangt es in einen Ort, nachdem es schon die industriellen und wirtschaftlichen Abgänge von Millionen Menschen aufgenommen hat. Hier wird ihm neuer Unrath aufgebürdet und im nächsten Ort wieder neuer und so fort, bis der Strom das Meer erreicht. So wächst die Unreinheit des fließenden Wassers mit der Länge des Weges, den es zurückgelegt, und mit der Zahl der Bewohner, die ihm die Abgänge ihres Haushaltes und ihrer Gewerbe zugemittelt haben.

Verunreinigte Flüsse, die träge fließen, begünstigen das massenhafte Absetzen von Stoffen; ein Beispiel dafür ist die Seine in Paris. Dieser breite und tiefe Fluss führt bei niedrigem Wasserstande nur 45 m^3 Wasser in der Secunde. Es ist bei dieser geringen Strömung und Wassermenge begreiflich, dass das Seinewasser während seines Laufes durch die französische Hauptstadt eine hochgradige Verunreinigung erfährt. Der Zustand des Flusses vor Paris ist noch gut, ändert sich aber unterhalb der Brücke von Asnières sofort. Am rechten Ufer ergießt sich aus dem großen Canal von Clichy ein Strom schwärzlichen Wassers, bei St. Denis gibt ein kleinerer Canal sein schmutziges Wasser ab. Das Wasser der Seine ist bedeckt mit organischen Resten aller Art, mit Gemüseabfällen, Pfropfen, Haaren, todten Hausthieren u. s. w. und meist mit einer fettigen Schicht überzogen. Massenhaft bildet sich fortwährend Schlamm, der in Fäulniss übergeht und große Blasen entwickelt, bei deren Aufsteigen Schlamm an die Oberfläche gerissen wird. Das Gas solcher Blasen besteht aus 73 Procent Sumpfgas, 12 Procent Kohlensäure, 2 Procent Kohlenoxyd, 7 Procent Schwefelwasserstoff und 5 Procent verschiedener anderer Gase.

Je mehr organische Substanzen in das Flussbett gelangen, je lebhafter die Thätigkeit der Mikroorganismen ist, desto ärmer wird das Wasser an Sauerstoff. Es wurde Wasser in der Seine oberhalb Paris und innerhalb Paris vor der Einmündung und nach der Einmündung der Sammelcanäle geschöpft und auf seinen Sauerstoffgehalt untersucht.

Es stellte sich heraus, dass oberhalb Paris, wo das Wasser noch ganz rein ist, im Liter 9·3 cm^3 Sauerstoff enthalten sind, innerhalb Paris bei der Brücke von Asnières oberhalb des Sammelcanales 5·34 cm^3, bei Clichy unterhalb des Sammelcanals 4·60 cm^3, bei Saint Denis, rechter Arm oberhalb des Sammelcanales 2·65 cm^3, bei Saint Denis, rechter Arm unterhalb des Sammelcanals und des Croult 1·02 cm^3. Von da an empfängt die Seine keinen Sammelcanal mehr. Der Sauerstoff steigt allmählich bei Benzons auf 1·54 cm^3, bei Triel auf 7·07 cm^3, bei Meulan auf 8·17 cm^3 und erreicht bei Rouen 10·72 cm^3.

Mit dem Überwiegen von Fäulnisprocessen schwinden auch die Algen aus dem Wasser und bei dem Mangel an Sauerstoff können Fische nicht leben. Sie sterben daher besonders bei plötzlicher Verun-

reinigung des Wassers ab oder wandern bei langsam fortschreitender Verschmutzung aus. Zum Theil werden die schädlichen Substanzen aus den Flüssen durch die Thätigkeit der Mikroorganismen und Verwesungspflanzen entfernt; doch darf diese Wirkung nicht überschätzt werden.

Es ist durch zahlreiche Versuche constatiert, dass nur ein Theil der in den Fluss gelangenden organischen Materie während des Ablaufes zum Meere zerstört wird und für England ist erwiesen, dass kein Fluss die Länge hat, welche zur vollen Zerstörung der schädlichen Substanzen durch Selbstreinigung nöthig ist.

Ganz besonders ist aber noch hervorzuheben, dass beim Einleiten der Spüljauche in die Flüsse niemals eine sofortige Vermischung derselben mit dem Flusswasser eintritt; die Spüljauche verfolgt vielmehr ihre eigene Bahn und ist als solche noch auf längere oder kürzere Strecken im Flusswasser erkennbar. Umsomehr sind alle Berechnungen über die sofortige Vermischung der Spüljauche mit dem Flusswasser unzutreffend, als gerade die Verhältnisse der größeren Flüsse nicht die directe Einleitung des Canalinhaltes in die größte Strömung derselben gestatten. (Gutachten vom 2. Mai 1877 der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen.)

Thatsächlich findet man, dass Flüsse, die industrie- und volkreiche Länder durchwandert haben, häufig einen Inhalt führen, der mehr den Charakter einer Jauche als den eines Wassers zeigt.

Die Menge des Flusswassers ist zeitlich äußerst schwankend; so liefert der Neckar bei Mannheim im Minimum 32 Secundenliter, im Maximum 4860 Secundenliter. In den Wintermonaten pflegen im Durchschnitt 65 Procent der Niederschlagsmenge mit dem Flusswasser abzufließen; im Sommer nur 18 Procent.

Die Bestandtheile des Wassers.

Das in der Natur vorkommende Wasser ist nie chemisch reines, sondern es hat, wie schon mitgetheilt, eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung, doch betrifft die Verschiedenheit mehr die Quantität, denn die Qualität der Bestandtheile.

Die Reaction des Wassers pflegt in der Regel neutral zu sein; doch hat das Wasser wald- und wiesenreicher Gelände oder jenes der Torfmoore und mancher Tümpel eine saure Reaction.

Die Gase des Wassers sind demselben meist durch Absorption mitgetheilt, wie dies auch bei dem Meteorwasser und Flusswasser durch Absorption von Luftbestandtheilen gegeben ist oder durch Absorption von Gasen durch Berührung mit der Bodenluft, wie bei dem Quellwasser; mitunter können aber auch Zersetzungprocesse in dem Wasser demselben Gase wie Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff beimengen.

Von den festen Bestandtheilen treffen wir in allgemeinster Verbreitung gelöst anorganische Stoffe, Chlorverbindungen, ferner Verbindungen der Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Kohlensäure mit Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Magnesia, Thonerde und Eisen, neben Spuren anderer Elemente. Die Erden- und Eisensalze sind, durch Kohlensäure gelöst, besonders reichlich im Quell- und Brunnenwasser vertreten.

Außer gelösten kommen vielfach suspendierte Stoffe, Sand- und Lehmtheilchen vor; namentlich finden sich letztere in den Flüssen, aber auch in Quellen. Sie setzen sich, weil sie von außerordentlicher Feinheit sind, nur schwer ab. Die einzelnen Thon- und Lehmpartikelchen haben oft weniger als 0·1 Mikren im Durchmesser.

Noch mannigfacher ist die Natur der organischen Stoffe, die sich im Wasser finden. Auch die reinsten Gebirgsquellen enthalten gelöste organische Stoffe, wie uns das Wachsthum mancher Schimmelpilze, von Omphala, Peziza, die zu den Verwesungspflanzen gehören, beweist.

Wir dürfen annehmen, dass diese organischen Substanzen der Zersetzung von Pflanzengeweben, also wesentlich dem Humus (Quellsäure und Quellsalzsäuren neben anderen unbekannteren Verbindungen) zugehören. Dazu gesellen sich aber häufig offenbar noch viele andere Stoffe, welche je nach dem Reichthum des Wassers an der Zersetzung anheimfallenden vegetabilischen Stoffen (Laub, Holztheilen, Pflanzenresten) sehr wechseln können. Da vielfach auch anderweitige Verunreinigungen organischer Natur dem Wasser beigemengt werden können (Abfallstoffe, Harn, Koth, Industrieabgänge), so sind wir kaum in der Lage, alle diese Stoffe besonders aufzuzählen. Die Excremente der in Wasser lebenden Thiere bilden auch bei sonst guten Wässern eine Quelle der Verunreinigung.

Außer gelösten Stoffen treffen wir dann weiters suspendierte Körperchen aller Art neben lebenden thierischen wie pflanzlichen Wesen, welche als Verunreinigungen auftreten und in reinem Wasser nicht vorkommen sollen. Man kann sich durch Absetzenlassen und die mikroskopische Untersuchung der Sedimente von der Natur eines großen Theiles der suspendierten Theilchen überzeugen. Am raschesten erreicht man Aufschluss zur Centrifugierung des Wassers in einer rasch rotierenden Centrifuge. Häufig finden sich nun Sandtheilchen, durch ihre Kanten und Ecken charakterisiert und unlöslich in Säuren wie Alkalien neben den amorphen, gelbgefärbten und unlöslichen Thon- und Mergelpartikelchen und neben den durch ihre Löslichkeit in Säuren charakterisierten Kreidetheilchen und Pflanzenfragmenten (Pflanzenzellen, Pflanzenhaare, Spiralen, Leinen- und Baumwollfasern, Theilchen von Blättern, Holz, Stroh). Die Pflanzenzellen sind vielfach durchwachsen von Schimmelpilzfäden und erfüllt von in die Zellen getriebenen Haustorien.

Auch Thierreste finden sich — Organstückchen, Haare, Vogelfedern wie Schmetterlingsschüppchen.

Das Wasser bildet vielfach den Aufenthaltsort für lebende Organismen pflanzlicher wie thierischer Herkunft.

Pflanzenorganismen. Je nach seiner Zusammensetzung, je nach seinem Reichthum an Fäulnis- und zersetzungsfähigen Stoffen lassen sich die verschiedenartigsten Pflanzen als Bewohner desselben auffinden. Manchmal sind es Spalt- und Schimmelpilze, noch viel häufiger gehören sie aber jener Pflanzengruppe zu, die man Verwesungspflanzen nennt und welche sich an der Aufsaugung organischer Stoffe betheiligen, indem sie die letzteren zu Bestandtheilen ihres Leibes machen.

Häufig finden sich im Wasser Algen: sie erscheinen dem Auge wie fleischige, haut-, gallert-, schleim-, lederartige Massen.

Man unterscheidet mehrere Algenfamilien. Die höchststehenden Familien unter den Algen, zu denen die Seetange gehören, zeigen noch die Formen höherer Pflanzen und zeichnen sich auch durch ihre üppige Gestaltenfülle aus. Während die Tange fast ohne Ausnahme im Salzwasser leben, finden die übrigen Algen, die Oscillariaceen und Diatomaceen zumeist in Flüssen und Brunnenwässern ihre Heimat. Bald schwimmen sie frei als schleimige Flockenmassen im Wasser umher, bald überziehen sie die Oberfläche als sogenannte Wasserblüte, während andere sich am Grunde des Wassers oder an beliebigen Gegenständen festsetzen, sie entweder als grüne Schicht bedeckend oder von ihnen aus ihre flutenden Büschel entsendend. Die Algen erscheinen in allen Farben, grün, gelb, braunroth und auch mit einem Stich ins Blaue. Bald sind es längere Fäden, aus cylindrischen oder aus kugeligen Zellen aneinander gereiht, im letzteren Falle Rosenkränzen vergleichbar, oder es sind Zellflächen, oder aber schließlich auch einzellige Organismen, deren Zellen jedoch die wunderbarste Structur, die vielseitigste Gestaltung besitzen.



Fig. 105. Fig. 103. Fig. 104.

Mikroskopisch kleine Algen finden sich in der Familie der Oscillariaceen, welche fadenförmig und mit einer eigenen lebhaften Bewegung begabt sind. Die Gattung Anabaena hat kugelige oder elliptische Glieder und goldgelbe oder braungelbe Sporen. Anabaena circinalis (Fig. 103.) findet man in stehenden Wässern.

Diatomaceen (Kieselalgen) (Fig. 104) sind einzellige Algen. Ihnen fehlt das Chlorophyll, dagegen tritt in ihnen ein gelblicher oder bräunlicher Farbstoff (Diatomin) auf, der grün wird, wenn sie absterben. Sie schwimmen entweder frei im Wasser oder sind an einer Unterlage angewachsen oder in Schleim eingebettet. Die Zellen sind zweiklappig und symmetrisch gestaltet; die Klappen durch eine in Salpetersäure lösliche Zellsubstanz zusammengeleimt. Die Membran (Cytioderm) der Diatomaceen besteht nicht aus Cellulose, wie bei anderen Algen, sondern aus Kieselerde, die weder durch Fäulnis, noch durch Glühhitze zerstörbar ist. Die Gestalt dieser Kieselpanzer ist sehr verschieden, rund, scheibenartig, kugelförmig, prismatisch, nachenförmig, keilförmig, oft mit symmetrisch geordneten Erhebungen, wodurch der Panzer mit mannigfachen Verdickungen geziert erscheint. Einzelnen Familien dieser Algen, wie den Naviculaceen und Synedreen, ist eine scheinbar freiwillige Bewegung eigen. Die Diatomaceen sind allerorten auf der Erde verbreitet und ihre abgestorbenen Vorfahren bilden an vielen Stellen mächtige Lager und Kreidefelsen. Es ist dies der Fall in der Lüneburger Heide, in Oberschlesien, auf Rügen, und auch Berlin steht theilweise auf mächtigen Diatomaceenlagern. (Fig. 105: *a* Achnantes oxilis, *b* Diatomella, *c* Gomphonema, *d* Diatoma vulgare.)

Unter den Algen gibt es zahlreiche Gattungen und Arten, welche sich in mancher Beziehung als nützlich erweisen, während andere schädlich werden können. Gewisse Algen, z. B. Diatomeen und grüne Algen (Conferven, Protococcus, Synedesmus), gedeihen nur in einem an organischen Substanzen armen Wasser und bedürfen des Zutrittes von Licht, unter dessen Einflusse sie die Kohlensäure des Wassers zerlegen.

Auch die sogenannte Wasserblüte verbraucht zu ihrem Aufbau die im Wasser enthaltene Kohlensäure und entwickelt Sauerstoff, wodurch die im Wasser gelösten organischen Stoffe schneller oxydiert werden, das Wasser also gereinigt wird. Anders verhält es sich mit dieser Alge, wenn dieselbe in so großer Menge sich entwickelt, dass das Wasser sie nicht zu ernähren vermag; große Massen von Algen sterben dann ab und gehen in Fäulnis über. Ein derart faules Wasser wird für die Fische und für Vieh, welches damit getränkt wird, verderblich.

Verschieden von der Wasserblüte verhält sich die Vegetation mancher Oscillarien. Sie zersetzen die schwefelsauren Salze des Wassers, deren Schwefel theils abgelagert, theils zum Aufbau von Albumin und anderen Eiweißgebilden dient, theils aber als freier Schwefelwasserstoff ausgeschieden wird. Der Gehalt vieler Thermalquellen an Schwefelwasserstoff ist durch die Vegetation der Algen erzeugt.

Die Algenfamilie der Saprolegniaceen, der Wasserpilze, welche bisweilen auch zu den eigentlichen Pilzen gerechnet werden, ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Diese Organismen, welche farblosen Inhalt führen, leben von organischen Überresten, von todten Thierleibern, faulenden Wurzeln; gewisse Gattungen (Achlya und Saprolegnia) greifen aber auch Fischeier und lebende kleine Fische an und vernichten einen erheblichen Procentsatz der Fischbrut. Zu dieser Algenfamilie gehört auch die unter dem Namen Leptomitus lacteus (Saprolegnia lactea, Wasserhaar, Wasserflachs) bekannte Alge, deren weiße, durch regelmäßige Einschnürungen sich charakterisierende Fäden alle organische Substanz in langsam fließenden Gewässern überziehen. Sie entwickelt sich in der Regel da, wo die Abflusswässer der Zuckerfabriken, Spiritusraffinerien, Mälzereien und ähnlicher Etablissements, welche stärke- und eiweißhaltige Producte verarbeiten, mit fließendem reinen Wasser zusammenkommen.

Diese Algen können bei reichlichem und fortwährendem Zuflusse unreiner Fabrikswässer in solcher Menge auftreten, dass die Gewässer in kurzer Zeit gänzlich verschlammen und einen ekelhaften Fäulnisgeruch entwickeln. (Näheres darüber in der Gewerbehygiene.)

Neben den Algen finden sich gelegentlich eine mehr oder minder große Menge von Spaltpilzen.

Nicht selten trifft man in Abwässern auf der Gruppe der Schwefelbakterien.

Sie stellen sich namentlich dort ein, wo das Wasser etwas Schwefelwasserstoff enthält, wo sich also Fäulnisbakterien an der lebhaften Zersetzung eiweißartiger Massen betheiligen. Sie oxydieren den SH_2 und speichern Schwefel in Form von glänzenden Körperchen in ihrem Innern auf, um ihn allmählich in Schwefelsäure umzuwandeln, welch' letztere vorhandenen kohlensauren Kalk zerlegt und Gips bildet. (Winogradsky.) Freie Säuren vertragen die Schwefelbakterien nicht.

Häufig verbreitete Schwefelbakterien sind: Beggiatoa, Monas Okenii, Ophidomonas sanguinea, Sarcina sulphurata etc.

Besonders die fadenartige Beggiatoa trifft man in Abwässern von Bierbrauereien, Zucker-, Stärke-Papierfabriken, Gerbereien. Als dicken Rasen und mit Vorliebe dort, wo das Wasser rasch fließt.

Sie heften an Steinen, Holz, Schilf etc. Mikroskopisch besteht sie aus unverzweigten, 1—5 Mikren dicken Fäden, welche eine Gliederung in Stäbchen oder Scheiben zeigen, Schwefelkörnchen eingelagert enthalten und gelegentlich in Kokken zerfallen.

Makroskopisch werden Beggiatoa und Leptomitus häufig verwechselt; letzterer ist Dichotom verzweigt und zeigt an den Hyphen stark ausgeprägte Einziehungen.

Nahezu in jedem Brunnenwasser trifft man auf Crenothrix polyspora, in Wasserleitungen dichte Rasen bildend. Scheint nahe verwandt den Oscillarien, wird aber, wie Beggiatoa, den pleomophen Bakterien zugezählt (Zopff).

Ihr Organismus besteht aus dürren langen farblosen Fäden, die aus einer einfachen Reihe gleichartiger Zellen zusammengesetzt und in eine starre Scheide eingeschlossen sind, die ebenfalls farblos ist. So lange die Alge farblos bleibt, ist sie im Wasser mit bloßen Augen nicht zu bemerken. Wenn aber das Crenothrix enthaltende Wasser durch eiserne Röhren geleitet wird, so werden die Fäden dadurch gelb oder braun, indem durch die Vegetationsthätigkeit der Zellen dieser Alge Eisenoxydhydrat in der Membran der Scheide abgelagert wird. Die im Wasser vorhandene durch Eisen gefärbte Crenothrix wird dann sichtbar und erscheint als eine starke Verunreinigung des Wassers, so dass man dasselbe als Koch- und Trinkwasser zu verwenden sich scheut. Um das Wasser brauchbar zu machen, wird es durch eine Schicht von Kohle filtriert.

Außer den eben genannten Pflanzen finden sich, auch wenn abnorme Verunreinigungen ausgeschlossen sind, verschiedene Spaltpilze, seltener Hefepilze in dem Wasser. Freilich sind deren manchmal nur wenige in 1 cm^3 Wasser, manchmal aber deren Hunderte und Tausende. Wir müssen sie theils als zufällige Verunreinigungen bezeichnen, indes in anderen Fällen das Wasser manchen Bakterienarten als gewöhnlicher Aufenthalt zuzukommen scheint.

Als Verunreinigungen gelangen sie bereits in das Meteorwasser, da der fallende Regen, Schnee u. s. w. die Staubpartikelchen der Luft auszuwaschen pflegt; nach freiliegenden Gewässern trägt der vom Winde aufgewirbelte Staub die Keime. Noch reichlicher aber finden sie sich da, wo das fallende Regenwasser über den Boden wegläuft und suspendiertes Material mit sich führt. Fluss- und Teichwasser enthalten daher in der Regel reichlich Keime. Das Brunnenwasser pflegt durch Hereinfallen von erdigen Bestandtheilen von der Oberfläche des Bodens oder bei offenem Brunnenschacht durch Einfallen von Staub und durch mancherlei Verunreinigungen, die sich beim Haushaltsbetrieb ergeben, inficiert zu werden. Dagegen führen die Quellen in der Regel nur wenig Keime, weil das in den Boden eindringende Wasser durch die Filtration die Keime in den oberen Bodenschichten zurückgelassen hat. Trotz der Mannigfaltigkeit der Keime, welche in das Wasser gelangen, finden sich als regelmäßige Begleiter des Wassers eines Ortes doch nur eine relativ kleine Anzahl von Arten, weil von den in das Wasser gelangenden Keimen

nur diejenigen, denen das Wasser als Nährboden zusagt, sich entwickeln, indes die anderen zugrunde gehen. Unter den Keimen, welche in den Wässern zu existieren vermögen, ist wieder nur ein kleiner Theil, welcher in Wässern der verschiedenartigsten Herkunft anzutreffen ist, dortselbst sich auch lebhaft unter den natürlichen Bedingungen vermehrt. Diese könnten daher den Namen Wasserbakterien erhalten.

In den Göttinger Brunnen fand Bolton etwa 16 Arten; in den Marburger Brunnen finden sich etwa 20 (Rubner), in dem Leitmeritzer Wasser traf Maschke über 50; nur einige von diesen sind specifische Wasserbakterien.

Die in dem Wasser sich findenden Bakterien vermehren sich, wenn man Wasser längere Zeit stehen lässt, sehr bedeutend, wie Cramer zuerst beobachtete, Leone, Bolton und Andere später bestätigten; so finden sich auch in keimarm geschöpftem Wasser nach kurzer Zeit reichlichst Bakterien. Man hat zu einer Erklärung dieses Verhaltens darauf hingewiesen, dass frisches Wasser immer reichlicher Kohlensäure enthalte als (bei höherer Temperatur der Laboratoriumsräume) gestandenes. Leone konnte in der That auch die hemmende Wirkung der Kohlensäure auf die Entwickelung von Bakterien im Wasser darthun. Aber dies ist keineswegs allgemein der Fall; denn selbst in künstlichem Selterswasser finden sich oft massenhaft Keime (Hochstetter). Bereits bei niederer Temperatur von 6° ab findet eine Vermehrung der Wasserkeime statt, bei höheren Temperaturen ist sie aber viel lebhafter (Bolton). Von den aus Marburger Trinkwässern gezüchteten Keimen vertrugen manche hohe Temperaturen von 36 bis 37° nicht; sie entwickelten sich in Bouilloncultur nicht, ohne jedoch hierdurch abzusterben.

Die Vermehrungsweise der Bakterien des Trinkwassers ist eine ganz eigenthümliche. Wenn man in sterilisierte Gläser Wasser aus einem Brunnen schöpft und die Anzahl der vorhandenen Wasserkeime bestimmt, die Gläser sofort mit Watte schließt und in den Brunnen hängt, so dass nur der Hals des Glases mit dem Pfropfen aus dem Wasser taucht, findet man auch in diesem mit dem Brunnenwasser bei gleicher Temperatur gehaltenen Gläschen eine bedeutende Vermehrung der Wasserkeime, obschon eine wiederholte Untersuchung des freien Brunnenwassers keine Vermehrung der Keimzahl nachweist. Es hat demnach den Anschein, als ob eine beständige Vermehrung der Keime auch in dem Brunnenwasser stattfände, die aber mit einem gleichzeitigen Absinken der Keime Hand in Hand geht. Beide Processe, Neubildung wie Absinken, können durch Monate hindurch im Gleichgewicht stehen, so dass ein Brunnen während dieser Zeit seine Keimzahl nicht zu wechseln scheint (Rubner).

Wenn ein Brunnen längere Zeit außer Gebrauch steht, so enthalten die ersten Proben gepumpten Wassers mehr Keime als die späteren (Roth, Bolton). Doch ruft bisweilen eine niedrige Brunnentemperatur auch bei längerem Stehen des Wassers ein Sinken der Keimzahl hervor. Das aus gutem Boden fließende Grundwasser ist fast keimfrei und verdünnt bei dem Nachströmen nach dem Brunnenkessel das die Bakterien führende Wasser des Brunnens. Bei 0° vermindert sich der Keimgehalt des Wassers allmählich. (Wolffhügel, Riedel), aber man trifft trotzdem in den in den Handel gebrachten Natureissorten, wie Kunsteis häufig eine außerordentlich große Anzahl von Keimen (Fränkel).

Die Wasserbakterien verflüssigen theils die Gelatine, theils lassen sie diesen Nährboden intact; selten erzeugen sie auf Gelatine cultiviert einen stinkenden Fäulnisgeruch. Viele derselben zeigen Farbstoffproduction. Sie wachsen auch auf anderen Nährsubstraten, z. B. Kartoffeln, alle in alkalischer Bouillon, in sauer reagierendem Fleischextract nur wenige. Einige derselben zersetzen Harn und führen ihn in die ammoniakalische Gährung über.

Die Keime machen nur einen minimalen Bruchtheil der Gesammtmenge der im Wasser vorhandenen organischen Substanzen aus. Nimmt man für einen Liter Wasser eine Keimzahl von 300.000 Keimen an, so beträgt das Gewicht derselben nicht mehr als 0·00015 *mg*. Bei einem Gehalt des Wassers von etwa 25 *mg* organischer Substanz für den Liter treffen auf die Bakterien eines nicht eben keimarmen Wassers erst 0·0001 Procent des Gewichtes der gesammten organischen Substanz. Dabei sind die Bakterien in feuchtem Zustande berechnet. Nach mehrfacher Untersuchung des Verfassers beträgt die Trockensubstanz der im Wasser vorkommenden Arten aber nur (im Mittel) 17 Procent, also wären statt 0·00015 *g* Bakterienmasse sogar nur 0·000025 *mg* in Rechnung zu setzen. Die Bakterien befinden sich im allgemeinen im Wasser in einer überwältigenden Menge von organischen Substanzen gegenüber, aus welchen sie die zum Lebensunterhalt dienenden Nahrungsstoffe entnehmen.

Es ist ziemlich einleuchtend, dass eine strenge Abhängigkeit zwischen der Zahl der Bakterien und der Menge der vorhandenen Substanzen organischer Natur nicht gefunden werden kann. So wenig bei den höher stehenden Organismen jede beliebige organische Substanz als Nahrungsstoff verwendet werden kann, sondern von der Unzahl der organischen Verbindungen nur wenige als Nahrungsstoffe verwertet werden und zum Aufbau oder der Erhaltung des körperlichen Bestandes dienen, ebensowenig kann bei den Bakterien, da die Grundzüge des Chemismus des Lebens überall wiederkehren, jede beliebige Substanz als Nahrungsstoff fungieren, d. h. zum Ansatz oder zu Verbrennungsprocessen im weitesten Sinne tauglich sein.

Ferner muss man erwägen, dass nicht die Menge der vorhandenen Nahrungsstoffe auch die Lebensthätigkeit bestimmt, sondern die Größe des Verbrauchs durch die Lebensthätigkeit bedingt wird. Eine Vermehrung der Nahrungsvorräthe über eine gewisse Grenze braucht also keineswegs jedesmal eine Steigerung der Lebensfunctionen zu erzeugen.

Die Bakterien sind übrigens nicht die einzigen Consumenten der organischen Substanz in dem Wasser, sondern sie theilen sich mit Verwesungspflanzen wie Omphala, Peziza, die fast ebenso anspruchslos wie die Bakterien sind, und mit niederen Thieren, wie sich solche in fast allen Wässern finden. Je nachdem also die einen oder die anderen Consumenten in der Oberhand sind, wird bei gleichen Mengen organische Nährsubstanzen die Zahl der Mikroparasiten ganz verschieden sein können.

Versorgt man ein Wasser mit gutem Ernährungsmaterial, so nimmt im allgemeinen die Keimzahl zu.

Außer den Bakterien finden sich wie schon gesagt auch thierische Organismen in den Wässern von verschiedenartiger Herkunft.

Thierische Organismen. Von den im Wasser vorkommenden thierischen Organismen sind die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden folgende:

Rhizopoden.

deren Körper aus homogenem, kernhaltigem Plasma besteht und fähig ist, Fortsätze auszustrecken und wieder einzuziehen. Dieselben dienen sowohl zur Ortsveränderung wie zum Ergreifen der Nahrung.

Actinophrinen: Actinophris sol, Fig. 106. Actinophris Eichhornii, Fig. 107.

Amöben: *a* Amöba princeps, *b*, *c*, *d* Amöba diffluens, Fig. 108.

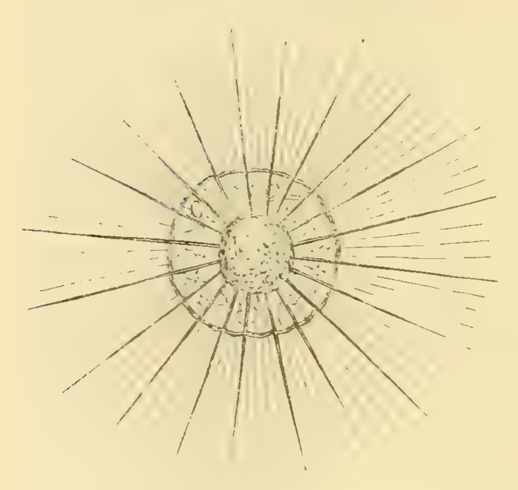


Fig. 106.

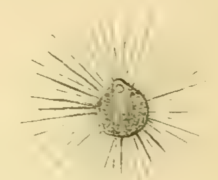


Fig. 107.



Fig. 108.

Infusoria.

Der Körper der Infusorien besteht aus weichem, farblosem, körnigem Parenchym, welches nach außen in eine etwas dichtere Rindenschicht übergeht, deren äußere Begrenzung eine durchsichtige structurlose Membran — Cuticula — bildet. Manche Arten können sich nur wenig krümmen, bei anderen streckt und contrahiert sich der ganze Leib. Äußerlich ist der Körper entweder mit einigen peitschenförmigen Anhängen — Geißeln — oder mit Saugröhren — Tentakeln — deren Enden scheibenförmig oder napfförmig erweitert sind, oder mit Wimpern von verschiedener Länge und Stärke ganz oder stellenweise bekleidet. Hiernach zerfällt die Classe der Infusorien in drei Ordnungen: Flagellata (Geißel-Infusorien), Acinatina (Acineten) und in Ciliata (Wimper-Infusorien). Die letzteren sind mit einer Mundöffnung versehen.

I. Flagellaten. Fig. 109. Fam. Monaden: ***a*** Trichomonas, ***b*** Cercomonas, *c* Monas lens mit einer Geißel.

Fam. Cryptomonadina: *d* Anisonema sulcata, *e* Anisonema acinus. Ihre Bewegung ist wankend und zitternd; sie finden sich in Altwasser. Mit zwei Geißeln.

II. Die Acineten. Fig. 110. Um ihre Nahrung aufzunehmen, sind sie auf ihre Fangfäden beschränkt und deshalb in ihrer Ernährung mehr oder weniger vom Zufall abhängig.

a und *b* Euglena deses. Körperform langgestreckt. Bewegung träge, nie schwimmend, sondern langsam windend. Zwischen Algen nicht häufig.

a', *b'*, *c* Euglena viridis. Körper grün, schwimmt drehend in weiten Spiralen vorwärts. Häufig in stagnierendem Wasser, massenhaft in stinkenden Pfützen und Gossen.

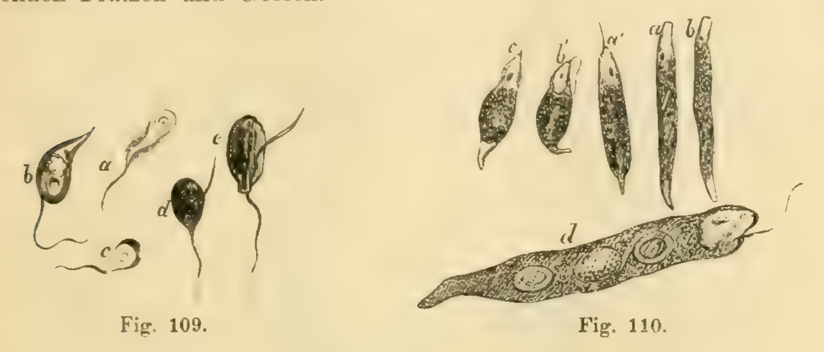


Fig. 109. Fig. 110.

d Euglena spirogyra. Körper spiralig, mit zwei sehr großen Nuclei. Farce grün oder bräunlich. Bewegung träge, aber stetig formwechselnd. Zwischen Algen einzeln.



Fig. 111.

III. Ciliaten. Fig. 111. Holotricha: *a* Lacrimaria olor. Farblos oder grün. Nucleus oval. Blasen meist drei. Schwimmt mit steifem, gestrecktem Halse bald vorwärts, bald rückwärts, stets um die Längsachse sich drehend. Im klaren Wasser zwischen Algen häufig zu finden.

b Enchelis farcimen, *c* Colpodium colpoda (Paramecia). Körper eiförmig. *d* Ophryoglena acuminata. Körper fast herzförmig, mit starken Tastkörperchen. Nucleus oval. Mehrere Blasen. *e* Paramecium aurelia. Körper lang und dünn, vorn rundlich, und hinten spitz. Farbe gelblichweiß. Oberfläche des Körpers dicht mit Tastkörperchen besetzt. Findet sich in allen fauligen Aufgüssen. *f* Paramecium bursaria. Körper platt, oval. Oberfläche des Körpers meist mit dicken Tastkörperchen besetzt. Im Parenchym finden sich meist zahlreiche grüne Kerne. Kommt in allen stehenden Gewässern zwischen Pflanzen vor.

Hypotricha (s. Fig. 112). *a* und *b* Euplotes Charon. Körper kurz oval, vorn und hinten etwas schief abgeschnitten, nach links schwach bauchig erweitert. Findet sich überall in der staubigen Oberfläche des Wassers fauliger Infusionen. Das Stehen, Laufen und Schwimmen wechselt plötzlich.

c Euplotes patella. Körper vorn gerade abgestutzt mit einer dreieckigen Oberlippe. Körper oft grün, Bewegung schnell und anhaltend. Ist in allen stagnierenden Wässern häufig zu finden.

d Pleurotricha grandis. Körper breit, eiförmig, jederseits drei Reihen borstenförmiger und sehr dicker Bauch- und Afterwimpern.

e Urostila glandis. Körper dick, mit zahlreichen Reihen Bauchwimpern und 10 bis 12 Afterwimpern. Sehr gefräßig, verschlingt andere große Infusorien, auch gepanzerte Räderthiere. Farbe gelblich. In Gräben und in Altwasser zu finden.

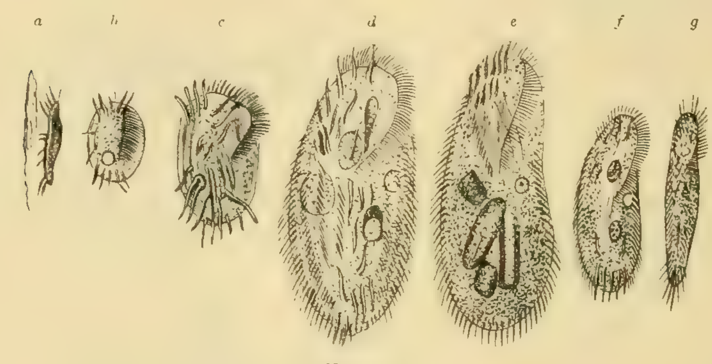


Fig. 112.

f Stylonchia histrio. Körper länglich, vorn und hinten zugespitzt. Bewegung abwechselnd mäßig rasch vorwärts und blitzschnell in Bogen zurück. Überall in klaren Gewässern, zwischen Algen und Pflanzen.

g Uroleptius agilis. Körper schlank, spindelförmig, vorn gerundet, vor der Mitte am breitesten und nach hinten allmählich spitz mit langen Endwimpern. Schwimmt schnell in oft wechselnder Richtung. In stagnierenden Wässern oft zahlreich, in Altwasser lang zu halten.

Vorticellina (Glockenthierchen) findet man beinahe stets, wo überhaupt Infusorien sich vorfinden. (S. Fig. 113.) Sie haben einen glockenförmigen, contractilen, auf einem Stiel sitzenden panzerlosen Körper, dessen Cilienkranz bald hervorgestülpt, bald eingezogen ist.

a Vorticella nebulifera. Körper glockenförmig, zuweilen grün. Findet sich im klaren Wasser an Pflanzenstengeln und dergleichen.

b Opercula berberina. Walzenförmig, stark gewimpert. An Wasserkäfern, besonders an der Spitze des Hinterleibes.

c Vorticella microstoma. Körper eiförmig, vorn stark verengt, mit starken, gekreuzten Furchen, die besonders bei der Contraction hervortreten. Farbe bläulich oder grün. Überall in fauligen Infusionen, stinkenden Pfützen und Gossen gemein.

d Epistylis plicatilis. Körper glockenförmig, lang gestreckt, hinten faltig. Stiele gestreift. Man findet sie an den Gehäusen von Wasserschnecken.

e Cothurnia astaci, deren Hülse gekrümmt ist.

f Vaginicola crystallina. Haben walzenförmige, glashelle Hülse, die hinter der Mitte bauchig erweitert ist. Der Körper dieses Thieres hat häufig hinten einen Stiel.



Fig. 113.

Rotatorien (Räderthierchen). (S. Fig. 114).

Die äußere Haut besteht aus Chitin, welches am Rumpf panzerartig verhärtet. Der Körper der Rotatorien im allgemeinen schlauchförmig, bilateral symmetrisch. Bauch und Rückenseite verschieden. Äußerlich ist dieselbe mit einer festen, homogenen durchsichtigen Haut bekleidet, die mittelst ringförmiger Hautfalten in mehrere Segmente gegliedert ist, von denen die vordersten den Kopf, die mittleren den Rumpf, die hinteren einen schwanzartigen Fuß darstellen. Sie sind getrennten Geschlechts. Die weiblichen Thiere haben einen Mund und einen vollständig geschlossenen Verdauungscanal, der entweder auf der Rückenseite oder oberhalb der Fußes mündet; auf der Bauchseite haben sie einen verhältnismäßig großen Eierstock. Die Männchen haben weder Mund noch Verdauungscanal: ein großer Hoden füllt einen Theil der Leibeshöhle aus und mündet durch den Samenleiter in die Cloake. Beide Geschlechter haben ein Wassergefäßsystem zur Ausscheidung von Flüssigkeit oder zur Respiration. Sie haben ferner ein ziemlich complieiertes Muskelsystem und Anfänge eines Nervensystems, und zwar eine im Kopfe hängende gangliöse Masse, welcher meist eine oder mehrere Augenflecke aufliegen. Die Mundöffnung ist mit schwingenden Wimpern besetzt, deren lebhafte Bewegung kleine Strudel erregen, welche entweder das Thier selbst fortbewegen oder ihm Nahrungsstoffe verschaffen. Der Schlundkopf oder Kauer besteht aus einem hornigen Kiefergerüst, an welches die kräftigen Kaumuskeln sich anheften.

a Brachionus Bakeri. Panzer, gehörnt, vorn mit sechs Zacken, von denen die mittleren als lange gekrümmte, an der Innenseite gezähnelte Hörner erscheinen, deren gemeinschaftliche Basis eine vorspringende Leiste bildet. Man findet sie in langsam fließendem Wasser häufig.

b Notommata copeus. Kopf jederseits mit radförmigem, langgestieltem, retractilen Räderorgan und eingespaltenen Tastborten.

c Eosphora Najas. Körper oblong, mit stark abgesetzten Füßen. Kopf flach, Auge unter dem Hirnknoten über dem Schlundkopf. Es sind das kräftige Raubthiere, die andere Rotatorien, besonders Rotiferen und selbst das große Netommata copeus verzehren.

d Euchlanis dilatata. Panzer oval, verbreitert, flach, am Bauche gespalten, Zehen lang, ohne Borsten.

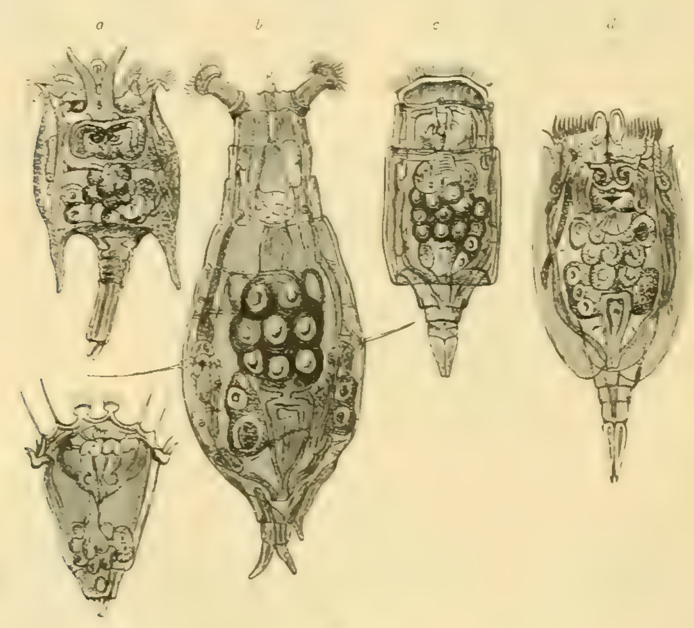


Fig. 114.

e Synchaeta tremula. Körper kurz, kegelförmig mit sehr kleinem Fuß. Kopf sehr groß, halbkugelig gewölbt, oben mit einer oder zwei kurzen, geknöpften, steife Borsten tragenden Tastern und jederseits eine oder zwei sehr lange, steife, griffelwarzige Tastborten. Räderorgane seitlich schwach, ohrförmig erweitert. Hirnknoten flach, unten mit rothem Auge. Schlund groß und lang, Magen klein. Die Thiere sind sehr beweglich, unruhig kreisend.

Turbellarien oder Strudelwürmer.

Ihr Bau ist selbst bei den kleinsten Formen ein gegenüber jenem der Infusorien weit complicierterer. Fig. 115. Ihre ganze Körperoberfläche ist dicht mit Flimmercilien besetzt, durch deren gemeinsame Thätigkeit sie sich fortbewegen. Ein ziemlich langer Rüssel, ein einfacher

Nahrungsschlauch, granulierte Kugeln zu beiden Seiten des letzteren kennzeichnen diese Thiere, von denen viele weit unter einem Millimeter Länge zurückbleiben.

Aus der Classe der Krebse kommt Cyclops quadricornis häufig im Pfützenwasser vor. Dieser zu den Wasserflöhen gehörige kleine Krebs lässt sich schon mit dem unbewaffneten Auge als ein weißer Punkt wahrnehmen, der zickzackförmige, schnellende Bewegungen ausführt. (Fig. 116.)



Fig. 115. Fig. 116.

Anguillula, ein würmchenartiges, für das unbewaffnete Auge nicht mehr wahrnehmbares Thierchen, das sehr lebhafte, schlängelnde Bewegungen macht, jedoch nicht im Stande ist, zu schwimmen. Es stemmt sich mit seinem spitzen Hinterende an, wenn es sich fortbewegen will.



Fig. 117. Fig. 118. Fig. 119.

Anguillula ist ein stetiger Befund in stehenden Gewässern mit schlammigem Bodensatz. Man vermuthet, dass Anguillula eine Entwickelungsform von Eingeweidewürmern (Nematoden) sei. (Fig. 117.) 1. Anguillula aquatica; 2. Anguillula aceti; 3. Anguillula fluviatilis.

Fig. 118 stellt das Ei von Ascaris lumbricoides mit Schale und Eihülle dar.

Fig. 119. Das Ei von Botriocephalus latus, welches bisweilen im Wasser gefunden wird.

Die Gefährdung der Gesundheit durch das Wasser.

Das zu Trinkzwecken benutzte Wasser ist durchaus nicht immer von einer für die Erhaltung der Gesundheit tauglichen Zusammensetzung, wenn schon vielleicht eine oberflächliche Beobachtung dasselbe viel häufiger als Krankheitsursache annimmt, als zulässig sein mag.

Die anorganischen Bestandtheile können, wenn ihre Menge eine gewisse Größe erreicht, eine Wirkung auf die Gesundheit äußern, und wir bedienen uns bei den Heilquellen gerade solcher durch die anorganischen Bestandtheile bedingter Eigenschaften, um Heilwirkungen zu erzielen. Diese Mineralquellen enthalten aber fast durchweg sehr reichliche Mengen von Salzen; der Karlsbader Sprudel lässt etwa 5·4 *g* Trockenrückstand für den Liter mit 2·4 *g* schwefelsaurem Natron, der Wiesbadener Kochbrunnen 8·3 Theile Rückstand mit 6·8 *g* Chlornatrium (Neumayr), indes die Menge der in den Genusswässern vorhandenen Bestandtheile selten 0·5 Theile für 1000 Theile überschreitet. Hierzu kommt noch, dass unter den anorganischen Salzen der Trinkwässer in der Regel die indifferenten Kalksalze überwiegend sind.

Durch seinen Salzgehalt hat das Genusswasser kaum einen Einfluss auf unser Wohlergehen, da wir bereits mit den Nahrungs- und Genussmitteln so reichlich Salze aufzunehmen pflegen, dass dem Bedürfnis des Körpers nach solchen Genüge geleistet wird.

Selbst bei ausschließlich animaler Kost betragen die aufgenommenen Salze bis zu 17 *g*, bei mancher vegetabilischen Kost noch weit mehr bis zu 70 *g* für den Tag (Rubner). Mit dem zu Kochzwecken benützten Wasser und dem Trinkwasser wird die Menge der Salzzufuhr 1 bis 2 *g* für den Tag nur selten überschreiten.

Die Kalk-, Magnesia-, Eisen- und Thonerdeverbindungen erzeugen die sogenannte Härte des Wassers; mangeln sie, so nennt man ein Wasser weich. Die häufig ausgesprochene Behauptung, dass harte (d. h. an Härte machenden Bestandtheilen verhältnismäßig reiche) Wässer Stein- und Grießbildung und Kropf verursachen, ist bis jetzt durch nichts erwiesen.

Dagegen lässt sich an der Hand der Erfahrung immerhin behaupten, dass unter sonst gleichen Verhältnissen der Genuss eines weichen Wassers aus allgemeinen gesundheitlichen Rücksichten vorzuziehen ist.

Wenn die Härte hauptsächlich eine Folge der Anwesenheit von kohlensaurem Kalk ist, so wird erfahrungsgemäß auch ein verhältnismäßig härteres Wasser gut vertragen. Ein Wasser, das aber infolge eines bedeutenden Gehaltes von Gips oder an Verbindungen der Bittererde erheblich hart ist, erzeugt Diarrhöen und übt auf viele Personen einen nachtheiligen Einfluss aus. Namentlich hält man Wasser mit einem erheblichen Gehalt an Salpeter und Magnesiasalzen für nicht besonders gesund.

Ein weicheres Wasser hat den Vortheil, dass es die gleiche Härte an allen Stellen einer selbst sehr langen Leitung erhält und keine Ablagerung bildet, während hartes Wasser stets einen geringeren oder größeren Bodensatz absetzt und die Leitungsröhren incrustiert (Sinterbildung).

Hülsenfrüchte und Fleisch kochen sich in hartem Wasser schlecht, weil ihre Eiweißkörper mit den Erdsalzen des Wassers unlösliche Ver-

bindungen bilden. Zum Reinigen des Körpers und der Wäsche ist ebenfalls weiches Wasser vorzuziehen, weil die alkalischen Erden mit den Fettsäuren der Seife unlösliche Verbindungen eingehen und die letzteren ihrer eigentlichen Bestimmung entziehen, so dass hierbei große Mengen von Seife verloren gehen. Die Kalk- und Magnesiaseifen bleiben in der Wäsche leicht haften und geben zu Zersetzungen Veranlassung. Auch zu vielen industriellen Verwendungen, z. B. zum Bierbrauen, Färben, zum Speisen von Dampfkesseln ist zu hartes Wasser schlecht geeignet.

Man hält daran fest, dass das Wasser nicht mehr als 18 bis 20 Härtegrade besitze, d. h. dass in 100.000 Gewichtstheilen Wasser nicht mehr als 18 bis 20 Gewichtstheile Kalk und Bittererde enthalten seien.

Die Menge der Bestandtheile, welche ein gutes Trinkwasser nicht überschreiten soll, wurde vom Sanitätscongress zu Brüssel normiert und ausgesprochen, dass 50 feste Theile in 100.000 Theilen Wasser als obere Grenze für tadelloses Wasser anzusehen sei. In der Regel dürfte aber ein Mehrgehalt des Wassers an festen Theilen bis zu 60, 70 und 80 Theilen in 100.000 Theilen die Güte und Brauchbarkeit des Wassers nicht beeinträchtigen, wenn nur das Wasser sonst von Verunreinigungen frei ist und der beiweitem größte Theil der festen Bestandtheile aus kohlensauren Salzen des Kalkes und der Magnesia, gelöst durch freie Kohlensäure, besteht.

Nach Reichardt's Untersuchungen beträgt die Menge der organischen Substanz in reinen Quellen nur 0·5 bis 1·5 Theile für 100.000 Theile Wasser. Einen größeren Gehalt zeigen in der Regel die verunreinigten Wässer. Bei Untersuchungen des Wassers verschiedener Pumpbrunnen fand Reichardt 2 bis 5 Theile und bei einer schwachlaufenden, versumpften Quelle, welche sonst an Kalk, Talkerde, Chlor, Schwefelsäure und Salpetersäure verhältnismäßig sehr rein war, 21·9 Theile organischer Substanz.

Sehr ungleich ist die Bedeutug der gelösten organischen Stoffe für die Gesundheit. Manche derselben sind sehr harmloser Natur, indem sie z. B. der Verwesung der Humussubstanzen entstammen (Quellsäure, Quellsatzsäure), andere organische Beimengungen, wie wir sie namentlich in Flüssen oder Brunnen auftreten sehen, sind dagegen Reste von Abfallstoffen und als solche nur zum Theil indifferent für die Gesundheit. Freilich ist nicht jeder Abfallstoff und jedes Product der Fäulnis uns schädlich. Bringen wir doch in manchen Käsesorten und den nach Wildpretart bereiteten Speisen oft viel von solchen Fäulnisproducten in den Körper herein, aber immerhin entstehen eben bei mancherlei Zersetzungsvorgängen, denen die Abfallstoffe unterliegen, doch auch der Gesundheit gefährliche, toxisch wirkende Verbindungen. Wenn also sehr reichlich organische Stoffe in dem Wasser auftreten, so wird dies immer ein bedenkliches Zeichen sein, das aller Beachtung bedarf. Eine reichliche Menge gelöster organischer Stoffe in dem Wasser begünstigt auch die Entwickelung mancher pathogener Keime in dem Wasser, während reines Wasser hierzu ungeeignet erscheint; auch besteht stets die Befürchtung, dass da, wo viel gelöste organische Stoffe in das Wasser gelangen können, auch zeitweise geformte Elemente von Mikroorganismen den Weg zum Wasser finden.

Ja es wird von Wichtigkeit sein, an und für sich unschädliche Verbindungen — wenigstens in den Mengen, in welchen sie im Wasser sich finden — wie Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure, symptomatisch als bedenkliche Beimengungen anzusehen. Wir wissen, dass diese Verbindungen in reinem Quell- oder Brunnen- und Flusswasser

sich nicht zu finden pflegen; wenn dieselben nun in größeren Mengen auftreten, so geschieht das bei den Zersetzungsprocessen stickstoffhaltiger organischer Verbindungen, die durch die Wirkung von niederen Organismen dann zu Ammoniak, salpetrige Säure oder Salpetersäure zerlegt werden und ihre Beimengung in Wasser weist darauf hin, dass dasselbe auf seinem Wege solches in Zersetzung begriffenes Material passiert und dass es jedenfalls bei dem Durchströmen des Bodens nicht genügend sich gereinigt hat. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass ein Wasser durch die Bodenfiltration so weit sich gereinigt hat, um fast alle Verunreinigungen außer Ammoniak oder Salpetersäure etc. wieder verloren zu haben. Solches Wasser ist unbedenklich, immerhin aber bleibt doch der Beweis bestehen, dass in dem Quellgebiete Bodenverunreinigungen vorhanden sind, welche fortschreitend zu bedenklichen Consequenzen führen.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass in manchen Fällen gelöste toxisch wirkende Stoffe im Trinkwasser vorkommen, so wird doch in den meisten Fällen die Concentration an solchen eine zu geringe sein, um bedenkliche Erscheinungen und Störungen der Gesundheit zu erzeugen. Wesentlich anders verhält es sich mit den organisierten Bestandtheilen des Wassers, den niederen Thieren wie Pflanzen. Ihre Menge kann eine sehr geringe sein, sie besitzen aber durch ihre Vermehrungsfähigkeit und das Wachsthum eine Eigenschaft, welche rasch ihre Wirksamkeit verstärkt.

Das Wasser hat man in vielen Fällen als krankmachende Ursache angesehen, und namentlich bei gewissen Infectionskrankheiten schrieb man ihm eine Rolle in der Weiterverbreitung derselben zu, wie z. B. bei Cholera und Typhus abdominalis; aber auch das gelbe Fieber, Erysipel, Diphtherie hat man auf unreines mit den betreffenden Krankheitserregern inficiertes Wasser zurückführen wollen.

Unter den thierischen Parasiten sind es vorzugsweise Eingeweidewürmer, welche durch Trinkwasser verschleppt werden können; besonders wo Wasser aus Teichen oder Tümpeln geschöpft wird, ist die Ansteckung mit Helminthen keine Seltenheit, da diese Gewässer von zahlreichen kleineren Thieren, die sich von Abfällen des organischen Lebens nähren, bewohnt sind. Die mit dem Wasser verschluckten Krebschen (Cyklopen) liefern den Medinawurm, der in ihnen seine frühen Entwickelungszustände verlebt. Auch finden sich hie und da in den Gewässern die freien Jugendformen mancher Helminthen, z. B. jene von Dochmius duodenalis, die mit dem Trunk in den Darm gelangen und sich hier ansiedeln.

Der Botriocephalus scheint durch kleine Würmer (Naïden) oder von den oben schon genannten Cyclopaïden importiert zu werden (Leuckart), die Embryonen des Botriocephalus tragen Wimpern und vermögen sich im Wasser zu erhalten. Auch die Leberegel vermittelt uns wahrscheinlich das Wasser und zwar durch ganz kleine Schnecken, die sich gerne z. B. auf Brunnenkresse niederlassen und die man leicht beim Verspeisen von Kressensalat mitschluckt.

Da außerdem das Wasser durch die Fäcalien der Menschen und Hausthiere verunreinigt werden kann, so führt es wohl auch Wurmglieder (Proglottiden) oder Bandwurmeier mit sich, welche zur Infection führen können.

Die Verschleppung parasitärer Krankheiten durch thierische Organismen muss demnach als eine keineswegs seltene Gefahr bei Wassergenuss bezeichnet werden, allerdings nur dann, wenn letzteres von seinem Charakter als reines Wasser Manches eingebüßt hat.

Die Frage nach der Bedeutung und dem Vorkommen pathogener pflanzlicher Organismen, zu denen namentlich die Spaltpilze gehören, gestaltet sich wesentlich schwieriger. In erster Linie ist das Verhalten der bekannten Infectionserreger zu Wasser ins Auge zu fassen.

Wie Bolton gefunden hat, gedeihen die von ihm untersuchten Keime, wie Milzbrandbacilen (sporenfrei) Staphylococcus aureus, Typhusbacillen, Choleraspirillen in sterilisiertem und bei 18 bis 35° gehaltenem Wasser nicht, vielmehr gehen sie in einigen Tagen oder Wochen zugrunde. Sie sind also wesentlich hierin unterschieden von den früher besprochenen Wasserkeimen. Die Sporen ertragen den Aufenthalt im Wasser aber weit besser. Bolton hat jene des Milzbrandes noch nach einem Jahre lebensfähig gefunden.

Um eine Vermehrung der genannten Keime im Wasser hervorzurufen, dazu sind entweder mehr organische Stoffe nothwendig als sich in den gebräuchlichen Trinkwässern finden, vielleicht aber namentlich qualitativ andere Stoffe. So vermehrten sich die Kommabacillen, wenn dem Wasser etwa 400 *mg* organischer Substanz für den Liter zugesetzt wurde und zwar verwendete man in den benannten Versuchen die Fleischextrativstoffe; die Typhusbacillen vermehrten sich, wenn 67 *m* an organischen Stoffen des Fleischextractes für den Liter vorhanden waren. Wolfhügel und Riedel konnten in sterilisirtem Flusswasser bei höheren Temperaturen eine Zunahme der Milzbrandbacillen darthun und ebenso verhielten sich die Typhusbacillen. Letztere blieben noch bei + 8° C. lebensfähig und hielten sich lange. Die Kommabacillen vermehrten sich in einigen Versuchen in sterilisiertem Wasser; in nicht sterilisiertem Wasser waren sie alsbald nicht mehr nachzuweisen. Krause, welcher Milzbrandbacillen, Choleraspirillen und Typhusbacillen in nicht sterilisierte Trinkwässer aussäte und die betreffenden Culturen bei normaler Brunnentemperatur von + 10·5° C. beobachtete, kam zu etwas anderen Resultaten. Typhus- und Milzbrandbacillen gingen bereits nach einigen Tagen zugrunde, die Kommabacillen noch rascher, indem sie schon nach 24 Stunden nicht mehr aufzufinden waren. Das rasche Verschwinden der Keime in nicht sterilisiertem Wasser wird offenbar durch die Concurrenz mit den sich rasch vermehrenden Wasserbakterien, die namentlich bei niederen Temperaturen den pathogenen Keimen überlegen sind, erzeugt.

Die Schwierigkeit der Untersuchung liegt hauptsächlich für diese Versuche darin, dass in die mit Bakterien zu besäenden Wasserproben nur zu leicht auch organische Stoffe aus dem Nährmedium, in welchem die Bakterien gezüchtet wurden, übertragen werden.

Nach den Ergebnissen der Versuche steht also fest, dass die bis jetzt genannten pathogenen Keime, in Trinkwasser gerathend, dortselbst keine Gelegenheit zur Vermehrung finden, aber, die Kommabacillen ausgenommen, immerhin einige Tage entwickelungsfähig sich erhalten. Die Keime verhalten sich also nur wie eine Aufschwemmung in Wasser und haben, weil sie sich nicht zu vermehren vermögen, einen großen Theil ihrer Gefährlichkeit eingebüßt. Doch kann zweifelsohne, solange die Keime nicht abgestorben sind, durch Wasser die Verschleppung nach günstigen Nährböden wieder zu Stande kommen.

Unter anderen Verhältnissen, bei reichlichen Mengen von organischen Stoffen, wie solche sich in Tümpeln, Teichen nicht selten finden und

bei der höheren Temperatur, welche solche stagnierende Wässer zeitweise annehmen, ist ein abweichendes Verhalten der pathogenen Bakterien von dem, was eben für Trinkwasser dargelegt wurde, wohl denkbar. Koch hat Kommabacillen in einem indischen Tank gefunden. Gruber hat die Kommabacillen selbst in faulendem Darminhalt längere Zeit in Concurrenz mit Fäulniskeimen sich erhalten sehen.

Bei vielen Typhusepidemien wurde bisher schon der Versuch gemacht, die Typhuskeime in dem Trinkwasser nachzuweisen; allerdings sind aber gerade die letztgenannten Keime außerordentlich schwer mit aller Sicherheit zu identificieren, so dass nach den vorliegenden Beobachtungen noch mancherlei Zweifel bleiben. Bei der Typhusepidemie in Zürich 1884 gelang es Cramer nicht, die Typhusbacillen im Wasser aufzufinden, auch bei der Wiesbadener Epidemie (Hueppe), ferner bei jener in Vilbel bei Frankfurt (Hueppe) und einer Kasernenepidemie konnten die Keime nicht gefunden werden (Gaffky).

Andere Beobachter haben dagegen als Verunreinigungen von Trinkwasser oder auch Flusswasser Typhuskeime nachweisen können (Mörs, Chantemesse-Vidal, Kowalsky, Beumer, Thoinot).

Eigenschaften eines tadellosen Trinkwassers.

Ein gutes, für den Genuss durch Menschen zuzulassendes Trinkwasser darf in erster Linie nicht gesundheitsschädlich sein; so selbstverständlich diese Cardinalbedingung ist, so schwierig fällt es, dieser Forderung mit aller Sicherheit zu genügen. Für die anorganischen gelösten Bestandtheile zwar sind wir in der Lage, die einzelnen Stoffe genauestens zu bestimmen und nach ihrer Natur die Zulässigkeit oder Zweckwidrigkeit eines Wassers feststellen zu können. Doch bereits für die gelösten organischen Stoffe fällt es (siehe oben) schwer, ihre Qualität und zulässige Menge zu benennen. Nur so viel ist sicher, dass die Anwesenheit nennenswerter Mengen organischer löslicher Bestandtheile nie bei reinen Wässern beobachtet wird; je weniger also von gelösten organischen Stoffen vorhanden ist, desto tauglicher ist das Wasser.

Ein tadelloses Trinkwasser muss frei von schädigenden thierischen wie pflanzlichen Organismen sein.

Dieser Bedingung wird bezüglich der thierischen Organismen im allgemeinen schon genügt werden, wenn man auf ein an organischen Stoffen reines Wasser achtet. Lebende Infusorien sollen in gutem Wasser ganz fehlen. Hinsichtlich der Spaltpilze dürfte es aber fast unmöglich sein, nach wenigen, selbst sorgfältigen Untersuchungen zu sagen, dass ein Wasser frei sei von jedweden schädlich wirkenden Keimen. Hier müssen die Garantien für den Genuss gesunden Wassers noch wesentlich sicherere werden.

Da wir noch keineswegs alle krankmachenden Spaltpilze kennen und noch weniger alle mit Sicherheit cultivieren können, werden wir begreiflicherweise Bedacht darauf nehmen, Wasser zu verwenden, welches überhaupt arm an Spaltpilzen ist. In der That wirkt die natürliche Filtration durch den Boden, der das Quellwasser unterliegt, so vorzüglich reinigend auf die Gewässer, dass sie fast bakterienfrei zu

Tage treten mit 2 bis 3 Keime in 1 *cm*³, und ebenso lässt sich Grundwasser gewinnen, welches den sorgfältigsten Ansprüchen genügt. (C. Fränkel). Man würde aber unter Umständen bei reichlicher Keimzahl manches Wasser als nicht tadellos bezeichnen müssen, welches dieses Prädicat vielleicht doch nicht verdient, wenn die Keime etwa nur Wasserbakterien sind. Man wird deshalb das Wasser untersuchen unter Bedingungen, von welchen wir wissen, dass dabei eine Vermehrung der Wasserkeime ausgeschlossen ist. Dahin ist zu rechnen die möglichste Frische des Wassers. Es soll in den Leitungen nicht stagniert haben. Brunnen sind längere Zeit abzupumpen, ehe man Proben zur Untersuchung benützt; die genommenen Wasserproben sollen sofort auf ihre Keimzahl geprüft werden.

Die Bekanntschaft mit den am Untersuchungsorte vorkommenden Arten der Wasserkeime wird das Resultat in der Beurtheilung des Wassers wesentlich sichern und erleichtern.

Es kann sich aber unter manchen Verhältnissen auch um Wasser handeln, welches durch unreine Zuflüsse eine bedenkliche Verunreinigung mit Bakterien aufweist, z. B. bei einem Brunnen, einem Reservoir und dergleichen kommen durch Ritzen und Spalten oft Communicationen mit Canälen, Schwind- und Abtrittgruben zu Stande, durch welche bakterienhaltige Flüssigkeit eindringen kann und sich dem ursprünglich reinen Wasser mittheilt. In solchen Fällen kann das Abpumpen des Brunnens und das Ablassen des Wassers zum Zwecke der Füllung eines Bassins mit frischem Wasser die bestehende Gefahr verdecken. Die bakteriologische Prüfung allein gibt also noch nicht genügende Sicherheit für die Tauglichkeit eines Wassers zur Trink- oder Nutzwasserversorgung. Wir müssen daher noch andere wesentliche Momente zur Beurtheilung eines Trinkwassers mit heranziehen.

Wir verlangen von einem tadellosen Trinkwasser, dass in demselben keine Stoffe nachweisbar seien, welche als Zersetzungsproducte faulender und sich zersetzender organischer Verbindungen bekannt sind. Charakteristisch sind in dieser Hinsicht die stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte, wie das Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure, Sulfate und das die thierischen wie menschlichen Abfallstoffe fast stets in großen Mengen begleitende Kochsalz.

Diese Stoffe beweisen in ihrem Vorkommen im Wasser stets, dass letzteres auf seinem Wege Orte passiert hat, an denen eine größere Anhäufung zersetzlichen Materiales sich findet. Diese verunreinigenden Substanzen lagern oft im Boden in weitem Umkreise um die Brunnen oder Quellen, ohne dass gerade etwa Keime mitgespült zu werden brauchen. Die Filtrationskraft des Bodens reicht vielfach hin, alle geformten Elemente zurückzuhalten, während gelöste Stoffe dem Wasser beigemengt bleiben. Die genannten Stoffe sind häufig die Vorläufer einer das Wasser bedrohenden Schädigung und tiefgreifenden Verschlechterung, man kann sie aber allerdings auch noch finden, wenn die Zersetzungsprocesse und Fäulnisprocesse im Wesentlichen abgelaufen sind, weil sie allmählich aus dem Boden — bis auf eine gewisse absorbiert bleibende Menge — ausgelaugt werden. Sie sind keineswegs als toxisch wirkende Stoffe im Trinkwasser gefährlich, sie sind nur vermöge ihrer Abstammung von diagnostischem Werte.

Erst ein großer Gehalt an salpetersauren Salzen, an Chlorverbindungen oder Bittersalz könnte Störungen des Digestionsapparates bedingen.

Wenn die zum großen Theil stickstoffhaltigen Abgänge des Haushaltes und der Industrie in den Boden gelangen, so werden sie unter der Einwirkung des Sauerstoffes und der überall verbreiteten Mikroorganismen in die mannigfaltigsten Verbindungen und in immer einfachere Körper, schließlich in Wasser, Ammon, salpetrige und Salpetersäure übergeführt. Die letztgenannten Körper sind demnach, wenn sie im Trinkwasser gefunden werden, hervorgegangen aus dem Zerfalle pflanzlicher und thierischer Überreste durch Processe, welche mit den Begriffen: „Verwesung, Fäulnis" bezeichnet werden.

Nach dem über diese Verunreinigungen, namentlich über ihre Abstammung Gesagten kommt nur selten eine der genannten Substanzen im Trinkwasser allein vor, und wenn, so ist es gewöhnlich die Salpetersäure; in diesem Falle darf man annehmen, dass die vorhandenen anderen hierhergehörigen Stoffe bereits der vollständigen Oxydation unterlegen sind, und daher kommt es, dass manche Hygieniker einen kleinen Gehalt an Salpetersäure (0·4 in 100.000 Theilen) im Trinkwasser noch zulässig finden.

Die Salpeterbildung kommt durch die Einwirkung niederer Pilze auf das Ammoniak zu Stande (Schlösing und Müntz, Warrington, Uffelmann, Landolt) bei Gegenwart von Sauerstoff. Fehlt Letzterer, so wird die Salpetersäure reduciert zu salpetriger Säure, manchmal selbst zu Ammoniak (Gazon, Dupetit, Déhéran). Sterilisieren hebt das Nitrificationsvermögen auf.

Sehr wesentlich ist der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes, eine Bedingung, die im lockeren Boden am vollkommensten erreicht wird. Bei Flüssigkeiten steht dem entsprechend, unter sonst gleichen Bedingungen, die Menge des gebildeten Salpeters im directen Verhältnis zur Ausdehnung der Oberfläche. Eine fernere Bedingung für die Salpeterbildung ist ein gewisser Feuchtigkeitsgrad des Bodens. Trocknet die Erde aus, so werden die Organismen functionsunfähig, die Salpeterbildung gehemmt; zu große Feuchtigkeit hindert den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes. Erforderlich ist auch eine schwach alkalische Reaction, doch hemmt bereits ein Gehalt von 0·3 Procent kohlensaurem Alkali die Salpeterbildung.

Unbedingt nothwendig für die Lebensthätigkeit der Salpeter bildenden Organismen sind organische Stoffe. Bei niedriger Temperatur und mangelhaftem Luftzutritt bilden sich vorwiegend salpetrigsaure Verbindungen.

Eine besondere Bedeutung in der Beurtheilung des Wassers haben die Ammonverbindungen und etwa im Wasser vorfindliche größere Mengen von Kali, Chlor, Phosphorsäure. Sie zeigen, da diese aus Abfallstoffen stammenden Körper (abgesehen von dem Cl) von dem nicht übersättigten Boden leicht und vollständig zurückgehalten werden, eine ganz ungenügende Absorption des Bodens an.

Sind neben Salpetersäure auch noch salpetrige Säure, Ammon und organischen Substanzen vorhanden, ist demnach die Reihe jener Substanzen, die schließlich aus Faulstoffen entstehen, geschlossen, dann ist auch der Beweis geliefert, dass die Oxydation derselben noch nicht be-

endet ist, und dass die Gefahren für die Gesundheit in solchem Wasser noch in vollster Kraft stehen.

Das Kochsalz ist als der eigentliche Repräsentant der Abfallstoffe menschlichen Haushaltes anzusehen, denn das Kochsalz unserer Speisen wird durch die excrementellen Ausscheidungen des Thierkörpers fortwährend ausgeführt. Ein größerer Gehalt an Chlorverbindungen lässt daher verunreinigende Zuflüsse zum Wasser vermuthen. Da jedoch der Salzgehalt des Bodens und damit auch die Chlormenge der nicht verunreinigten Brunnen- und Quellwässer an den verschiedenen Orten ungleich ist, so ist man nur dann berechtigt, aus der größeren Menge Chlors einen Schluss bezüglich des Grades der Verunreinigung durch excrementelle Stoffe zu ziehen, sobald constatiert ist, dass die Kochsalzsteigerung weder durch die natürliche Zusammensetzung des Bodens, noch durch den Zufluss von kochsalzhaltigen Fabriksabgängen, noch durch die Nähe des Meeres u. s. w. verursacht ist. Um hierüber Gewissheit zu erlangen, muss der normale Chlorgehalt des Grundwassers in dem betreffenden Terrain entweder bekannt sein oder durch Untersuchung mehrerer Brunnen desselben Grundwassers ermittelt werden. Selbstverständlich muss auch auf kochsalzhaltige Fabriksabwässer geachtet werden.

Wenn nun auch das Trinkwasser nach den beiden bis jetzt genannten Gesichtspunkten befriedigt, so muss es endlich noch nach einer dritten Beziehung hin gewisse Eigenschaften besitzen, die wir als **Genussmittel des Trinkwassers bezeichnen könnten.**

Es muss klar sein. Trübes Wasser trinken wir nur mit Überwindung, und wenn auch nicht jedes trübe Wasser schädlich ist, so warnt uns doch sehr richtig der Instinct, trübes Wasser zurückzuweisen, vor mancher Infectionsgefahr. Ein Wasser soll ferner — in mässig dicker Schicht — farblos sein; es darf keinen Geruch besitzen und nur jenen, bei gutem Quellwasser am markantesten hervortretenden Geschmack. Nicht selten verleihen Eisensalze dem Wasser einen schlechten Geschmack. $^{1}/_{5000}$ Eisenvitriol schmeckt noch deutlich metallisch. Nicht selten tritt Schwefelwasserstoff bei schlechten Wässern auf; noch ein $^{1}/_{200000}$ dieses Gases entgeht unserem Geruchsorgane nicht. Sehr leicht entsteht Schwefelwasserstoff in einem Wasser, welches neben schwefelsauren Salzen größere Mengen organischer Substanz oder gewisse Pilze (Beggiatoa) enthält, indem eine Reduction der Schwefelsäure eintritt; besonders leicht tritt letztere bei Gegenwart von Eisenoxydulsalzen auf.

Eine wesentliche, den Geschmack hebende Beigabe des Wassers ist ein Gehalt an freier Kohlensäure, wenn schon allerdings auch tadellos schmeckende Wässer mit nur gebundener Kohlensäure beobachtet werden (Wolffhügel). Extrem harte Wässer werden auch dem Geschmacke wahrnehmbar; sie sind auch aus anderen Gründen, weil sie sich zu Nutzwasser in keiner Weise eignen, von der Auswahl zu Trinkzwecken mit auszuschließen.

Höchst bedeutungsvoll ist endlich die Anforderung, welche wir an die Temperatur eines Wassers zu stellen haben.

Bei Brunnen- und Quellwässern ist der wesentlichste Factor die Temperatur der Erdschichten, aus denen das Wasser stammt, oder in denen es sich lange genug aufgehalten hat, um seine Temperatur damit ins Gleichgewicht zu setzen. Je tiefer diese Erdschichten sind, desto

geringer sind die Schwankungen um den Wert der mittleren Jahrestemperatur; bei einer gewissen Tiefe (19 bis 24 *m*) bleibt es auf der mittleren Jahrestemperatur des Ortes zu allen Jahreszeiten stehen. Die Wärmegrade bei Quellen in einer und derselben Gegend, Gebirgsformation und Höhe sind fast durchgängig völlig gleich, so dass Abweichungen sofort auf eine äußere Einwirkung hindeuten. Weit mehr schwankt die Temperatur der in Niederungen gelegenen Pumpbrunnen und am meisten jene des Flusswassers, welches ein Spiegelbild der waltenden Tagestemperatur abgibt. Reichardt, der die Temperatur des Wassers vieler Quellen, Pumpbrunnen und Flüsse zu verschiedenen Jahreszeiten untersuchte, stellt die hierbei gewonnenen Ergebnisse in folgender Tabelle zusammen:

	Temperatur höchste		niedrigste		Differenz	Mittelzahl
Quelle . . .	10·8	(am 27./8.)	9·5	(am 26./5.)	1·3	10·3
Flusswasser .	18·9	(am 30./7.)	1·4	(am 1./1.)	17·5	10·3
Pumpbrunnen .	11·0	(am 2./10.)	5·4	(am 28./2.)	4·7	9·02

In allen Reservoiren, Teichen, Seen (wie im Meere) nimmt die Temperatur von der Oberfläche gegen die Tiefe rasch ab. Diese Abnahme findet so lange statt, bis jener Temperaturgrad erreicht ist, welcher der größten Dichte des Wassers (4° C.) entspricht. So beträgt die Temperatur des Wassers im Chiemsee, der, wie constatiert wurde, nicht vom Gletscherwasser gespeist wird, in einer Tiefe von circa 80 *m* 5·7° und im Starnberger See in einer Tiefe von circa 110 *m* 4° C. Während die Oberfläche des Meeres in den Äquatorialgegenden eine mittlere Wärme von 28° C. hat, findet sich in einer Tiefe von 1300 *m* eine Temperatur von 16° und in 1900 *m* Tiefe nur mehr die Temperatur von 4° C.

Die Temperatur, welche der durchschnittlichen Jahrestemperatur des Ortes gleichkommt, ist auch bei Trinkwasser für Gesunde die angemessenste. Doch ertragen die meisten, wenn es sein muss, ein Wasser, dessen Temperatur zwischen + 5° und + 15° liegt. Wärmeres Wasser als 15° erfrischt zu wenig, kälteres als 5° ist für viele Personen schädlich, weil es Magenreiz hervorruft.

Die Forderung, dass Trinkwasser kühl sei, entstammt dem physiologischen Bedürfnisse nach zeitweiliger Abkühlung gewisser innerer Körpertheile. Wir wollen mit dem Trunke dem Körper nicht immer bloß Wasser zum Ersatz des durch den Stoffwechsel verloren gegangenen zuführen — dazu können wir auch warme Getränke wählen — sondern wir bezwecken öfter am Tage auch eine zeitweilige Abkühlung des Organismus. Ein mäßig kühles, 9 bis 11° temperiertes Wasser ist am zuträglichsten. Das kühlere Wasser bietet auch im Vergleich zum wärmeren eine größere Garantie des Freiseins von zersetzten oder unzersetzten organischen Substanzen.

Es war früher üblich gewesen, gewisse Grenzwerte für den Gehalt eines guten Wassers aufzustellen; wir haben schon angegeben, dass solchen Werten eine allgemeine Zulässigkeit kaum zukommt. Doch seien die üblichsten Werte nach Reichardt hier mitgetheilt, um einige Anhaltspunkte zu bieten.

In 100.000 Theilen darf vorhanden sein:

Fester Rückstand	10	bis	50	Theile
Gesammtkalk	18	„	20	„
Salpetersäure			0·4	„
Organische Substanzen	1	„	5·0	„
Chlor	0·2	„	0·8	„
Schwefelsäure	0·2	„	6·0	„

In neuerer Zeit hat die Vereinigung schweizerischer Chemiker abgesehen von der Sinnenprüfung folgende Anforderung an ein gutes Trinkwasser gestellt:

Abwesenheit lebender Infusorien, nicht mehr Keime pro 100 *cc* als 150, höchster Gehalt 500 *mgr* Trockensubstanz, 50 mgr. organische Substanz, Spuren von Ammoniak, nicht mehr als 20 *mgr* Salpetersäure, 20 *mgr* Chlor und keine salpetrige Säure (für den Liter.

Größe des Wasserbedarfes.

Die Menge des Wassers, welche für den einzelnen Menschen im Durchschnitt beschafft werden muss, würde, falls man nur für Trinkwasser sorgen will, eine nicht erhebliche sein. Bei Fahrten auf dem Meere rechnet man nur 3 bis 4 *l* pro Kopf und Tag an Trinkwasser und Wasser zum Kochen.

Wir benützen aber das Wasser nicht allein als Getränk, sondern in sehr großer Menge ist es nothwendig zum Kochen der Speisen, zum Reinigen des Körpers, zum Baden, zum Waschen der Wäsche, der Kleidungsstücke und Geräthschaften, zum Ausspülen der Canäle, Straßensprengen, zum Feuerlöschen und unzähligen anderen häuslichen und industriellen Zwecken.

Der Wasserbedarf nimmt mit der fortschreitenden Cultur, mit der Größe der Bevölkerung, der Entwickelung der Industrie zu.

Man hat vielfach gemeint, es ließen sich für die verschiedenen Verwendungszwecke, denen das Wasser unterliegt, auch verschiedene Qualitäten von Wasser beschaffen. Trink- und Nutzwasser. Ersteres wäre sorgfältig auszuwählen, letzteres dagegen bedürfe keiner allzu großen Rücksichtnahme. Es ist dieses Verfahren jedoch ein ganz unzulässiges und es ist vollkommen ungerechtfertigt, soweit die Reinheit des Wassers in Frage kommt, einen Unterschied zwischen Trink- und Nutzwasser zu machen. Denn auch jenes Wasser, welches zur Reinhaltung des menschlichen Körpers und seiner Wäsche, zum Spülen der Essgeschirre, zum Scheuern der Wohnungen etc. benützt wird, muss tadellos, zum mindesten aber in gesundheitlicher Hinsicht unbedenklich sein. Unreines Nutzwasser kann ebenso gefährlich werden wie ein verdorbenes Trinkwasser. Die Industrieen, namentlich das Gährgewerbe, können ohne Wasser bester Qualität nicht mit Erfolg betrieben werden.

Die Quantität des Wasserbedarfes ist für die einzelnen Gewerbebetriebe eine äußerst verschiedene und je nachdem ein Vorwiegen bestimmter Industriezweige in Städten vorliegt, kann auch der Gesammtconsum an Wasser hiervon beeinflusst werden. Sie ist aber außerdem noch abhängig von dem Zustande der öffentlichen Reinlichkeit (Canalisation, Schwemmsystem, Straßenreinlichkeit), dem Reinlichkeitstrieb einer Bevölkerung, von dem Klima, endlich von der Art des Wasserbezuges.

Für letzteren bestehen zwei Systeme: bei dem einen, dem Steften- oder Aichhahnsystem, ist in der Leitung ein Hahn eingefügt, welcher

eine bestimmte, ein-für allemal fixierte Stellung erhält und bei gleichbleibendem Drucke eine gleichbleibende Menge Wassers hindurchlässt. Es ist dem Wasserconsumenten nicht möglich, beliebig viel Wasser der Leitung zu entnehmen, sondern es wird eine besondere Reservoiranlage nothwendig, wenn nicht ein großer Theil des Wassers ungenützt verloren gehen und wenn für momentanes erhöhtes Wasserbedürfnis Vorsorge getroffen sein soll. Das zweite System für die Wasserentnahme bilden die Wassermesser. Letzterer ist ein nach Art einer Turbine eingerichteter Messapparat. Die Umdrehungen des Turbinenrades werden durch ein Zählwerk gezählt und die Anzahl der der Wasserleitung entnommenen Kubikmeter registriert. Der Consument bedarf also keines Reservoirs und entnimmt der Leitung nur jene Wassermenge, welche er eben braucht.

Bei dem ersten System wird in der Regel weit mehr an Wasser verbraucht als bei dem zweiten; es fließt namentlich des Nachts, wenn die Hausreservoire gefüllt sind, ein großer Theil beim Steftensystem fast ungenützt nach den Canälen hin ab. Für die deutschen Städte werden im Durchschnitt bei Wassermessersystem für den Kopf und Tag berechnet etwa 80 *l*, beim Steftensystem etwa 120 *l* verbraucht. In kleineren Städten dürfte man selbst mit einem Consum von 60 *l* pro Kopf und Tag noch eben ausreichen. In den Häusern wohlhabender Leute ist der Wasserverbrauch in England doppelt so hoch wie in den Häusern, in denen Arme wohnen. Bei ersteren beträgt er für den Kopf und Tag einschließlich des Wasserclosets etwa 50 *l*. Es würde aber nicht genügen, nur so viel Wasser herbeizuschaffen, als für den Hausverbrauch nöthig ist. Nahezu die gleiche Menge wie für den Hausverbrauch ist für die Straßenreinigung und eine ebensolche Menge auch noch auf Rechnung von Vergeudung, schlechten Einrichtungen, leckenden Hähnen u. s. w. zu setzen, so dass 150 *l* pro Kopf und Tag als eine vollkommen zureichende Versorgung gilt.

In Spitälern würde man mit 150 *l* Wasser allen hygienischen und therapeutischen Anforderungen nicht genügen können. Gut versorgte Krankenhäuser erhalten täglich 300 und mehr Liter pro Kopf und Tag.

Man muss bei der Anlage städtischer Wasserleitungen die Vermehrung der Bevölkerung im Auge behalten und entweder gleich so viel Wasser zuleiten, dass seine Menge auch bei bedeutendem Anwachsen der Bevölkerung noch genügt, oder man muss wenigstens in sofern Vorsorge treffen, dass eventuell die Ergiebigkeit der Leitung entsprechend dem Bedürfnisse gesteigert werden kann. In jedem einzelnen Falle muss der Bedarf nach den örtlichen Verhältnissen berechnet werden. Es kann nur der allgemeine Grundsatz aufgestellt werden, dass die verfügbare Menge unter Berücksichtigung aller Verhältnisse zu jeder Jahreszeit und auf Jahre hinaus allen berechtigten Ansprüchen sicher genüge.

Die wasserärmste Zeit ist sehr häufig nicht der Juli und August, sondern, wie z. B. bei der Wiener Hochquellenleitung, der Februar.

Die Regenwasserversorgung.

Muss aus irgend einem Grunde das Regenwasser zur Wasserversorgung mit herangezogen werden, so kann dies auf zweifache Weise geschehen: in Form der kleinen Cisternenanlagen oder als Hochlandswasserversorgung.

Bei der Cisternenanlage wird das Regenwasser, welches auf das Dach auffällt, einer wohl ausgemauerten und wasserdichten Grube zugeleitet und dort für den Gebrauch aufbewahrt. Zum Auffangen des Wassers eignen sich Schiefer- und Metalldächer, nicht aber Stroh- und Pappedächer. Das Wasser ist meist stark verunreinigt und fängt bisweilen in der Cisterne an in lebhafte Zersetzung zu gerathen, bis die Hauptmasse der Unreinlichkeit zersetzt ist; sodann klärt es sich. Die Cisterne muss völlig wasserdicht sein, sie soll vom Hause getrennt an einem schattigen Platze liegen. Das Wasser soll zuerst, ehe es in die Cisterne gelangt, einen Schlammkasten durchsetzen, wo es die Hauptmasse aufgeschwemmter Partikelchen absetzt. Bleiröhren sind bei der Leitung unbedingt zu vermeiden. Nach der ganzen Art der Gewinnung des Wassers kann die Regenwasserversorgung als eine gesundheitsgemäße nicht angesehen werden.

Manchmal finden sich in Verbindung mit der Cisterne, wie z. B. in Venedig, Filtrationseinrichtungen — dicke Kiesschichten, welche das Wasser erst durchsetzen muss, ehe es in die Cisterne eindringt. Solche Filter sind wesentlich für die Verbesserung des Wassers. Sie halten die suspendierten Theilchen, wie auch etwas von den gelösten Substanzen zurück.

Bei den Hochlandswasserleitugen wird das Regenwasser gleichfalls für den Menschen nutzbar gemacht. Zum Zwecke solcher werden tiefe und schmale Thäler, nach welchen die Bergrücken mit steilen Abhängen abfallen, an einer verengten Stelle durch mächtige quere Dämme abgeschlossen und so künstliche Seen durch Stauung des Wassers erzeugt, welche ja allenfalls auch von den Quellen gespeist werden.

Das Princip, welches dieser Anlage zu Grunde liegt, sucht auf dem Wege einer geregelten Wirtschaft Wasser zu sparen, wenn solches im Überschuss vorhanden ist (bei nasser Witterung) und von letzterem dann bei regenloser Zeit die Bedürfnisse nach Wasser zu bestreiten.

Wenn das Wasser solcher Anlagen ohne Filtration zum Trinken verwendet werden soll, so fordert die gesundheitliche Rücksicht, dass diese Reservoire nur in solchen Gegenden hergestellt werden, welche gar nicht oder so wenig als möglich bewohnt sind.

Rieselt das Regenwasser größtentheils über bebaute und gedüngte Felder, dann erwirbt es durch Aufnahme der löslichen Stoffe des Düngers einen größeren Gehalt an Kohlenstoff und pflanzlichen Überresten; in einem solchen Falle ist eine künstliche Filtration fast ebenso nöthig, wie beim Flusswasser. Besondere Vortheile bieten dagegen diese Sammelreservoire in Thalsperren, wenn sie Gebirgswasser auffangen, das von jeder Verunreinigung durch menschliche Ansiedelungen oder durch Industrieabwässer frei geblieben ist. Solches Wasser zeigt einen hohen Grad von Reinheit und ist auch zum Trinken vollkommen geeignet. Sind die Reser-

voire tief genug, so bleibt die Temperatur des Wassers an der Sohle des Reservoirs das ganze Jahr hindurch ziemlich constant. Schon 12 *m* Tiefe genügen, die Sonnenwirkung gänzlich abzuhalten, so dass das Wasser, welches aus der Tiefe solcher Reservoire abgeleitet wird, im Sommer und Winter eine nahezu gleiche, der mittleren Jahrestemperatur des Ortes nahekommende Temperatur besitzt.

In England bestehen derzeit 232 solcher Anlagen, welche die größten und bedeutendsten Städte Englands mit Trink- und Nutzwasser versorgen. Als die hervorragendsten seien erwähnt: Manchester mit 760.000 Einwohnern, 7700 *ha* Niederschlagsgebiet, 20,838.000 m^3 Reservoirinhalt; Liverpool mit 630.000 Einwohnern, 4047 *ha* Niederschlagsgebiet, 19,174.000 m^3 Reservoirinhalt; ferner Bristol mit 150.000 Einwohnern, 10.100 *ha* Niederschlagsgebiet, 2,208.100 m^3 Reservoirinhalt. Auch Frankreich, Spanien, Algier, Belgien, Russland, Nordamerika, Indien, China haben solche Anlagen. Die Höhen der Abschlussdämme betragen 15 bis 32 *m* und sind, wenn sie durchgehends aus Erde mit Tegalkern hergestellt werden, vollkommen verlässlich. Die aus dem grauen Alterthum stammenden Dämme der indischen Wasseranlagen stehen bis heute unversehrt. Dass trotzdem in England nnd Amerika zwei Dammbrüche vorkamen, welche die grössten Verheerungen zur Folge hatten, lag einzig und allein in einer unbegreiflichen Sorglosigkeit, mit der der Erddamm gebaut war. Ein Damm, nach den Regeln der Ingenieurkunst gebaut, bewährt sich nach den übereinstimmenden Gutachten der Techniker mit voller Sicherheit.

Quellwasserversorgung.

Quellen, deren Adern e i n e m r e i n e n B o d e n entstammen, liefern in der Regel ein Wasser, das allen hygienischen Anforderungen entspricht und ganz besonders zur Wasserversorgung der Ortschaften geeignet ist.

Quellen, bei denen wegen ihrer Nähe und Lage von Seite der Ortschaft das Wasser direct an dem Quellenausfluss geschöpft werden kann, sollten stets gefasst werden, das heißt in dem zerklüfteten Gestein, aus welchem die Quelle zu Tage tritt, sollte ein gemauerter Behälter mit einer in entsprechender Höhe angebrachten Ausflussöffnung hergestellt sein, damit kein „wildes“ Wasser von der Seite Eingang finde, ein Aufrühren der Bodenbestandtheile und eine Trübung des Wassers vermieden werde. Die Fassung muss zugänglich sein, um etwaige Quellabsätze entfernen zu können. Zur Abhaltung von Luftstaub und zum Schutze gegen Licht und Witterungsverhältnisse muss ein Quellhäuschen errichtet werden. Von größter Wichtigkeit ist es, dass der Boden jenes Gebietes, dessen meteorisches Wasser nach dem Durchsickern durch das Erdreich die Quelle speist, möglichst rein gehalten und dass namentlich das Ablassen der Abfälle des Haushalts und der Industrie in den Boden verhütet werde.

Die Ergiebigkeit einer Quelle ist nicht zu jeder Zeit dieselbe, sondern je nach Jahreszeit und Witterungsverhältnissen oft bedeutend wechselnd.

Ortschaften und namentlich große Städte, welche Quellen, die ausreichendes Wasser liefern, selten in der Nähe haben, sind genöthigt, das Wasser aus der Ferne zu nehmen und Wasserleitungen anzulegen.

Eine vom hygienischen Standpunkte ganz und gar verwerfliche Zuleitungsart ist die in offenen oder schlecht bedeckten Rinnen, da hierbei das Wasser durch Jauche, Staub u. s. w. im höchsten Grade ver-

unreinigt werden kann und bedeutende Änderungen der Temperatur erfährt. Letzterer Umstand ist auch dann möglich, wenn eine lange Leitung zwar völlig geschlossen ist, aber flach liegt.

Eine zweckmäßige Leitung muss so eingerichtet sein, dass in dieselbe von außen oder aus dem Leitungsmaterial nichts dringen kann, dass die Temperatur des Wassers innerhalb der für ein gutes Trinkwasser geltenden Grenzen erhalten bleibt, ferner, dass eine Sprengung der Leitung durch mechanische Gewalt oder durch Frost ausgeschlossen ist, und dass zur Zeit von Reparaturen das Publicum mit Wasser versorgt bleibt. (Doppelte Sammelreservoirs u. s. w.).

Die Leitung kann in dem Falle, als das Wasser stets nur tiefer zu fließen hat, aus Canälen bestehen, die nur theilweise mit Wasser bespült werden; hingegen muss der Querschnitt des Leitungsrohres ganz mit Wasser gefüllt sein, wenn man gezwungen ist, der Gestalt des Terrains zu folgen und die Leitung bald bergab, bald bergauf, zu führen. In diesem Falle muss das Rohr den sich hierbei ergebenden, oft sehr bedeutenden hydrostatischen Druck auszuhalten im Stande sein.

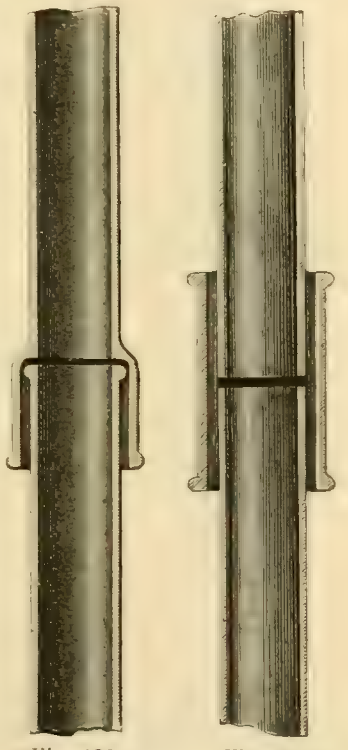


Fig. 120. Fig. 121.

In hygienischer Beziehung sind Röhrenleitungen, die voll mit Wasser angefüllt sind und permanent in Betrieb stehen, vorzuziehen. In nicht ganz oder nicht immer mit Wasser angefüllten Leitungen siedeln sich gern Algen und andere Organismen an, auch finden leichter Ausscheidungen von Erdcarbonaten statt.

Zur Wasserleitung werden häufig hölzerne Röhren gebraucht. Sie bersten oft, faulen leicht, bedürfen fortwährend Ausbesserungen, werden von Insecten häufig angebohrt in der Holzwand entwickeln sich Pilze, welche die Bildung von Holzdetritus veranlassen, der dann vom Wasser ausgelaugt und fortgeschwemmt wird; sie sind aus diesem Grunde für größere permanente Leitungen nicht zu empfehlen.

Thönerne Röhren, wie auch solche aus Cement brechen leicht, insbesondere beim Frost, halten keinen großen Druck aus und sind schwer untereinander zu verbinden. Die Verbindung geschieht entweder durch Einstecken eines Rohres in eine Erweiterung (Becher) des andern (Fig. 120) oder durch Überschieben von Muffen über die aneinander gelegten Röhrenwände (Fig. 121); die Verbindungen werden dann gedichtet, und zwar durch Fett getränkte oder mit Harz imprägnierte Wolle oder mit verschiedenen Kittmaterialien; Cement lässt sich nicht anwenden, da dieser wegen ungleicher Expansion ein Sprengen der Muffe bei plötzlichen Temperaturänderungen bewirkt. Nichtglasierte Thonröhren sind sehr

porös und an ihrer Innenfläche rauh, was häufig zur Algenbildung und zu Absätzen Anlass gibt. Glasierte Thonröhren können die Übelstände aufweisen, welche bei allen Thonwaren (siehe Essgeschirre) mit Beziehung auf eine bleihaltige und bleiabgebende Glasur zu befürchten sind.

Manchmal finden Asphaltröhren Verwendung. Einzelne dieser Fabricate machen das Wasser, namentlich wenn es längere Zeit anstaut, riechend. Andere Fabricate geben aber durchaus keine Riechstoffe ab, haben eine sehr glatte Innenfläche, sind außerordentlich dauerhaft, witterungsbeständig, können leicht und in gesundheitlich völlig zulässiger Weise mit einander verdichtet werden und haben demnach viele Vorzüge. Manche Sorten von Asphaltröhren sollen sich allmählich erweichen.

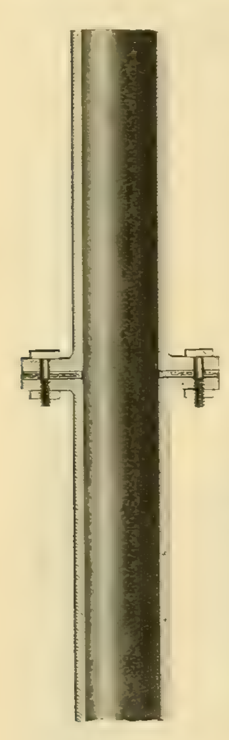


Fig. 122.

Eiserne Röhren werden miteinander entweder durch Muffe oder durch Flanschen verbunden. Bei der Flanschenverbindung (Fig. 122) sind die Röhren an beiden Enden mit Scheiben versehen, welche nach Dazwischenlegung eines Blei-, Kupfer- oder auch eines Kautschukringes (Fig. 123) zusammengeschraubt werden.

Wo ein größeres Röhrencaliber nothwendig oder ein bedeutender Wanddruck auszuhalten ist, empfehlen sich gusseiserne Röhren wegen der Einfachheit ihrer Fabrication, wegen ihrer großen mechanischen Widerstandsfähigkeit, ihrer Billigkeit und der Möglichkeit, sie in relativ großer Länge, bis 4 *m* herzustellen, wodurch die Verbindungsstellen vermindert werden. Für engere und gewundene Röhren ist dagegen Schmiedeisen seiner Biegsamkeit wegen geeigneter.

Gusseiserne und schmiedeiserne Röhren nackt verwendet, haben mitunter den Uebelstand, dass sie das Wasser trüb von suspendierten Eisenoxydhydrat-Partikelchen machen und die Röhren manchmal durch Concretionen auf der Innenfläche verengern. Dieser Nachtheil macht sich aber nur dann in erheblicherem Maße geltend, wenn die Leitung nicht continuierlich mit Wasser gefüllt ist, sondern intermittierend betrieben wird. Durch Emaillierung der Innenfläche oder durch einen Theeranstrich lässt sich in dieser Beziehung abhelfen.

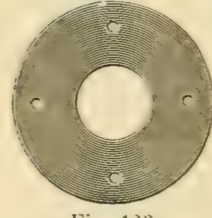


Fig. 123.

Eiserne Leitungsröhren werden sehr leicht durch kochsalzhaltiges Wasser angegriffen. Die Durchleitung von Meerwasser durch eiserne Röhren hat erfahrungsgemäß eine rasche Zerstörung derselben zur Folge.

Bleiröhren, wegen ihrer Zähigkeit, Löthbarkeit und Biegsamkeit sonst sehr verwendbar lassen die Möglichkeit der Wasserverunreinigung durch gelöste und suspendierte Bleiverbindungen zu. Die Leitungen sollten bei dem Umstande, dass das Trinken von bleihaltigem Wasser auch bei äußerst geringem Bleigehalt sehr gefährlich werden kann, inwendig eine Fütterung mit bleifreiem Zinn haben.

Die innere Wandung solcher Rohre besteht aus einem schwachen, etwa 0·5 *mm* starken Zinncylinder, welcher äußerlich mit einem starken Bleimantel versehen ist. Böttger und Pettenkofer glauben, dass das Blei durch das elektropositivere Zinn vor den Angriffen des Wassers geschützt werde.

Das Überziehen der inneren Bleiröhrenfläche mit Schwefelblei liefert kein befriedigendes Ergebnis, da die kleinste Beschädigung hinreicht, das Blei bloßzulegen und weiteren Angriffen auszusetzen.

Die Bleivergiftungen können oft bedeutenden Umfang annehmen, wie jene zu Dessau 1886 gemachten Beobachtungen lehren. Von 28.000 Einwohnern litten 92 unter heftigen Symptomen der Vergiftung (Wolffhügel). Die Art, wie das Wasser bleihaltig wird, ist noch nicht ganz aufgeklärt. Die Lösungsbedingungen für Blei scheinen dann am günstigsten zu sein, wenn das Blei durch die Luft sich oxydieren kann, wie z. B. bei intermittierendem Betrieb der Leitungen, und wenn das Wasser Chloride und salpetersaure Salze in größeren Mengen enthält. Auch bei Gegenwart von Eisen finden Oxydationen des Bleies statt und es entsteht ein bleihaltiger Niederschlag von Eisenoxyd. Harte, Kohlensäure und kohlensauren Kalk enthaltende Wässer nehmen wenig oder gar kein Blei auf. Die gelöste Bleimenge ist ferner von der Zeitdauer der Berührung und von der Temperatur des Wassers abhängig. Die Schädlichkeitsgrenze wird für Blei verschieden angegeben; von Angus Smith zu 0·357 *mgr* Blei im Liter.

Frankland und Parkes nehmen an, dass auch die geringfügigsten Mengen phosphorsauren Kalkes am sichersten Schutz gegen die Lösung von Blei gewähren.

Nebst den eigentlichen Leitungsröhren kommen bei allen größeren Wasserleitungsanlagen noch die Sammel- und Hauptreservoirs, die Vorrichtungen zum Absperren, Ablassen, zur Wasservertheilung, zum Wassermessen und bei intermittierender Zuleitung auch noch die Einzelreservoirs in Betracht.

Da die Versorgung eines Hauses mit Wasser in allen Stockwerken nicht nur zur Bequemlichkeit dient, sondern auch eine Gesundheitsmaßregel ist, so soll die Höhenlage des Hauptreservoirs möglichst so gewählt sein, dass das Wasser in den communicierenden Röhren nicht allein die höchsten Stockwerke der zu versorgenden Häuser erreicht, sondern auch bei seiner Bewegung in den Röhren die ziemlich bedeutende Reibung so weit überwindet, dass es aus den Zapfzähnen mit Schnelligkeit ausströmt. Man stellt gemeinhin als Forderung auf, dass das Wasser aus den Straßenhydranten noch im freien Strahl 20 bis 25 *m* steige, um damit auch Brände ohne Zuhilfenahme von Spritzen wirksam löschen zu können.

Wo natürliche Höhenzüge es nicht gestatten, die Bassins, zwecks der Abhaltung der Sonnenhitze, in die Erde zu legen, muss man zu künstlichen Unterbauten seine Zuflucht nehmen und Wasserthürme errichten. In dem ersteren Falle sind die Hochbassins gemauerte und überwölbte, in den Wänden mit Cement verputzte Räume von entsprechendem Fassungsraum, meist aus zwei oder mehr Kammern hergestellt und durch Zwischenwände so eingetheilt, dass das Wasser in ihnen einen Schlangenweg vom Eingansrohr bis zum Ablaufrohr machen muss. Im Falle, wo die Hauptreservoirs auf Unterbauten ruhen, bedient man sich

zum Aufsammeln des Wassers eiserner, mit schlechten Wärmeleitern umhüllter Blechbehälter.

Eine besondere Beachtung verdienen jene Reservoirs, welche bei intermittierender Leitung gewöhnlich in der höchsten Etage oder im Dachraum eines Hauses zu dem Zwecke aufgestellt sind, um während der Zeit, in welcher die Leitung kein Wasser führt, dennoch solches für das Haus vorräthig zu haben. Sind diese Reservoirs offen, so fällt aller mögliche Luftstaub in sie hinein, unter Umständen auch Regen und sie sind gelegentlich den allerbedenklichsten Verunreinigungen ausgesetzt. Das Wasser dieser Reservoirs ist dem gleichzeitigen Einfluss von Luft Wärme und Licht ausgesetzt, was die Entstehung und Entwickelung verschiedener Organismen begünstigt und Schlammbildung veranlasst. Ist das Reservoir unter einem metallenen Dach oder überhaupt in einem warmen Locale aufgestellt, so wird das Wasser desselben, namentlich im Sommer, so hoch temperiert, dass es zum Trinken nicht taugt. Wird der am Boden dieser Reservoirs mit der Zeit sich ansetzende Schlamm nicht öfters gründlich entfernt, so erreicht er häufig eine solche Massenhaftigkeit, dass alles Wasser des Reservoirs trüb erscheint und Algen und Infusorien sich entwickeln.

Brunnenwasserversorgung.

Man unterscheidet Grundwasserbrunnen und artesische Brunnen.

Das Grundwasser entsteht durch Ansammlung des meteorischen, auf die Erdoberfläche gefallenen und durch das Erdreich bis zur wasserundurchlässigen Schicht eingesickerten Wassers.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass man oft unter der ersten wasserundurchlässigen Schicht, wenn man dieselbe durchbricht, auf eine zweite, eventuell noch auf eine weitere wasserführende Schicht gelangt. Sobald bei diesen Bohrungen eine Wasserader angestochen wird, welche von einem entlegenen höheren Reservoir gespeist wird, so springt aus dem Bohrloch das Wasser nahezu so hoch, als der dortige Stand oder die ihm unter Einrechnung aller Widerstände entsprechende Druckhöhe fordert. Solche Brunnen nennt man artesische.

Figur 124 veranschaulicht einen Fall, wie artesische Brunnen zu Stande kommen: *a* ist ein sogenannter aufgeschütteter Boden; *b* ein Brunnen in einer wasserdurchlässigen Sandsteinschichtung *c*; *d* ein Bohrloch auf einer Wasserader *e* über einer undurchlässigen Thonschicht *f*; *g* ist ein Gebirgssee, dessen niedrigster Wasserstand in der Linie *h* liegt; unter der Sichel *c* liegt ein undurchlässiges Thonschiefergebirge. Der Brunnen *b* wird je nach dem Wassergehalt der Schicht *c* mehr oder weniger ergiebig sein. Wenn der Gebirgssee *g* hohes Wasser hat, wird auch die Gebirgsader *e* erfüllt sein und aus dem Bohrloch *d* Wasser emporsprudeln; fällt der Wasserstand des Sees bis *h*, so kann es vorkommen, dass die Wasserader sich bis zur Mündungshöhe des Bohrloches entleert und dass das Sprudeln aufhört.

Das günstigste Terrain für die Anlage von artesischen Brunnen bieten demnach Gegenden mit einer beckenförmigen Lagerung der Schichten, in welcher ein ununterbrochener Zusammenhang unterirdischer Wasseransammlungen in wasserführenden Schichten mit einem höher gelegenen Auffangsgebiet.

Die Zuversicht, auf unterirdische Wasseransammlungen zu gelangen, darf ziemlich groß sein, wenn die aus der geognostischen Formation entspringenden Fingerzeige beachtet werden Es wird behauptet, dass es in jedem Thale, in jeder Schlucht, in jedem Pass einen entweder sichtbaren oder einen verborgenen Wasserlauf gibt, der stets auf einer undurchlässigen Schicht fließt, die entweder oberflächlich liegt oder vom durchlässigen Boden bedeckt ist. Der unterirdische Wasserlauf macht sich insbesondere nach Regen-

güssen bemerkbar, indem er entweder als sichtbares Wasser zu Tage tritt, oder dadurch, dass an gewissen Stellen, die das aufgestiegene Wasser durchfeuchtet hat, Wasserpflanzen, Weiden, Schilf u. s. w. vorkommen und daselbst Morgennebel und Insectenschwärme beobachtet werden. Quellstränge sind in hügeligen Gegenden, zumeist am Fuße der Höhen, in Thälern, vorzugsweise in Thalengen sowie am Vereinigungspunkte zweier Thäler, und zwar an der Seite der höheren Berge zu vermuthen. Es trifft übrigens nicht immer zu, dass das Wasser artesischer Brunnen reiner und besser sein muss, als das oberflächlich angesammelte Grundwasser.

Das Grundwasser, welches in der Regel unsere Brunnen speist kann entweder durch Anlage eines Kesselbrunnens oder durch Röhrenbrunnen zum Consum gehoben werden. Die Kesselbrunnenanlage ist meist zur Zeit noch die Wasserversorgungsart der kleinen Gemeinden, und finden sie sich nicht selten auch noch neben einheitlichen Wasserversorgungsanlagen. Diese Brunnenanlagen, in großer Zahl durch die Städte vertheilt, zweckwidrig angelegt, uncontroliert, geben fast aus-

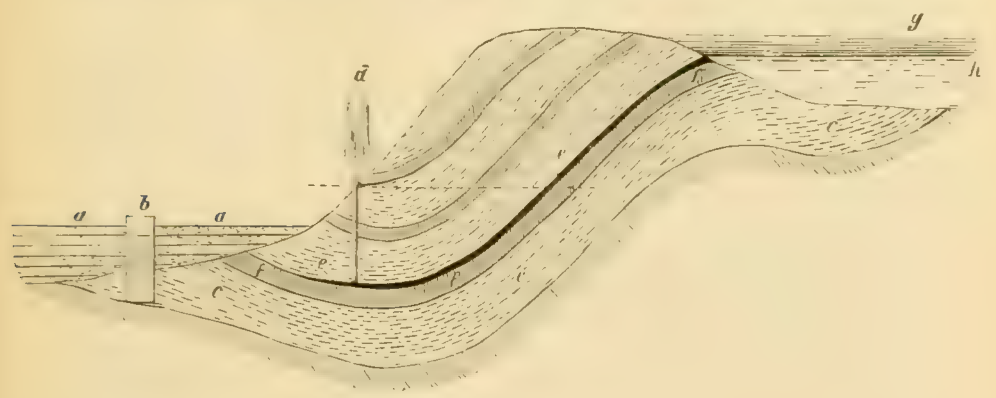


Fig. 124.

schließlich Gelegenheit zu groben Verunreinigungen des Wassers. Freilich kann da, wo von jeher jede Verunreinigung des Bodens und des die Brunnen speisenden Grundwassers hintangehalten wurde, das Wasser eine Beschaffenheit zeigen, welche jener reiner Quellen nahesteht. Artesische und überhaupt Tiefbrunnen führen in der Regel ein gutes, gesundes Wasser. Tiefe Brunnen oder Bohrungen in dem rothen Sandstein, in der Oolit- oder Kreideformation geben gewöhnlich reichlich und gleichmäßig ein vorzügliches Wasser, da diese durchlässigen Gesteine Wasser leicht durchsickern lassen und dasselbe in der Tiefe des Bodens als mächtige Reservoirs ansammeln. Wasser, das durch dicke Schichten von porösem, luftigem Gestein und Erde langsam durchsickert, erlangt hierbei in Folge der natürlichen Filtration und durch Oxydation der Bodenluft einen hohen Grad von Reinheit.

Eine ganz andere Beschaffenheit zeigt das Brunnenwasser, welches dem städtischen Untergrunde entnommen wird. Diese Flachbrunnen, welche in der Regel nur eine Tiefe von 4 bis 8, höchstens bis 15 *m* haben, sind fast durchgehends durch Abfallstoffe und Unrathswasser verunreinigt. Die seit Jahrzehnten oder Jahrhunderten dem Boden fortwährend zugeführten Excremente und Schmutzstoffe werden von den Meteor- und Tagewässern nach der Tiefe gewaschen und in gelöstem

Zustande dem Brunnenwasser zugeführt; nicht selten läuft Jauche und Unrathflüssigkeit in die undichten Brunnen direct von oben hinein, meist wegen ungenügender Bedeckung.

Der Einfluss der Stadtlauge auf das Untergrundwasser ist chemisch nachweisbar durch die Vermehrung der gelösten festen Bestandtheile (oft um das Dreifache gegen das Normale) und im Zuwachs von Stoffen, in denen organischer Stickstoff und Kohlenstoff, Chlor, Ammoniak u. s. w. zu finden sind. Fast niemals fehlt die Salpetersäure; und fast immer ist die Menge der Chloralkalien vermehrt. Der Salpetersäuregehalt ist oft ein so großer, dass der Wasserrückstand beim Glühen massenhaft Dämpfe der salpetrigen Säure entwickelt.

Man kommt deshalb heutzutage immer mehr davon ab, den Wasserbedarf der Städte mittelst Brunnen zu decken, und zwar sowohl mit Rücksicht auf die oft bedenkliche Qualität des Brunnenwassers, dann aber auch in der Erwägung, dass die Ergiebigkeit der Brunnen eine beschränkte ist, und den Bedürfnissen der sich rapid vermehrenden Bevölkerung nicht entspricht, da die Zahl der Brunnen einer Stadt nicht über eine gewisse Grenze hinaus vermehrt werden kann, und jeder einzelne Brunnen eine Bodenpartie von beträchtlichem Umfange aussaugt.

Dagegen sind häufig Dörfer, kleine Gemeinden, isolierte Gebäude, Irrenhäuser, Gefängnisse, Arbeitshäuser u. s. w. gezwungen, sich mit Brunnenwasser zu versorgen.

Der Brunnen muss in seiner ganzen Anlage gegen eine Verunreinigung durch Eindringen von der Seite wie von oben geschützt sein. Die Brunnenwände sollen deshalb so stark gebaut sein, dass sie dem Druck des Erdreiches unter allen Umständen genügend widerstehen und andererseits sollen sie eine solche Dichtigkeit haben, dass ein Durchdringen von sogenannten „wilden Wässern" unmöglich ist. Es sollen deshalb keine Bruchsteine verwendet werden, die gipshaltig oder mit Adern von Gips durchzogen sind, ferner nicht halbgebrannte Ziegelsteine. Am besten eignen sich hierzu durch Kochsalz glasierte Backsteine, dann die sogenannten Klinker und überhaupt solche Ziegel, die durch die Hitze des Ofens verglast wurden, indem die Silicate auf Kosten des im Thon enthaltenen Kalkes und Eisenoxydes in einen geschmolzenen Zustand übergegangen sind. Bei der Maurerarbeit hat Cement in Anwendung zu kommen.

Man kann auch die Brunnen zum Schutze gegen Verunreinigung von Außen mit einem $^1/_2$ bis 1 *m* starken Gürtel von nass eingestampftem Thon umgeben. Hie und da hat man die Brunnen statt mit Mauerwerk durch Einschlagen oder Einsetzen weiter Gusseisenröhren oder aus hölzernen Bohlen construiert. Alle Holzfassungen geben Anlass zu zahlreichen Vegetationen, das Holz zerfällt bald, bildet Moder und dieser verunreinigt das Wasser.

Zum Zweck der Reinhaltung des Wassers, zur Abhaltung von Luftstaub und der Verunreinigung von oben muss jeder Brunnen durch einen über den Boden genügend herausragenden Mantelkranz gedeckt und entsprechend verwahrt sein. Das Brunnenwasser muss durch Pumpen, aus geeignetem Metall construiert, gehoben werden. Einsenken von an Ketten oder Stangen befestigten Gefäßen führt zu unvermeidlichen Verunreinigungen.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens kann dadurchbestimmt werden, dass man den Spiegel durch Auspumpen um eine gemessene Größe erniedrigt und die Zeit feststellt, innerhalb welcher das Wasser sich wieder bis zur ursprünglichen Höhe anfüllt. Doch muss hierbei berücksichtigt werden, dass die Ergiebigkeit der Brunnen zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Umständen bedeutenden Schwankungen unterliegt.

Im Durchschnitte liefert 1 m^2 Bodenfläche 50 bis 60 *l* Wasser pro Minute. Ein Brunnen soll frei stehen und der Platz rings um denselben gepflastert und mit ordentlichem Ablauf versehen sein. Bei bester Anlage liefert ein Brunnen aber nur gutes Wasser, wenn er auf gesundem Boden steht, weshalb jede Bodenverunreinigung im Umkreise des Brunnens vermieden bleiben muss. Canäle, Fallrohre und dergleichen dürfen nie in der Nähe von Brunnen vorübergeleitet werden. Die ersten Proben gepumpten Wassers lasse man stets ungebraucht ablaufen. Je länger die Außerbrauchsetzung des Brunnens war, umsomehr muss vor dem Neugebrauche abgepumpt werden. Der Kessel des Brunnens darf nicht zu weit gebaut werden, damit ein Stagnieren des Wassers möglichst vermieden bleibt und der vorhandene Vorrath durch neu hinzutretendes Grundwasser rasch ausgespült werde.

Die Kesselbrunnen werden manchmal auch zu Central-Wasserversorgungen benützt und ist für diese Zwecke stets unbebauter, von jedweder Beschmutzung freier Untergrund, Wiesenland oder Waldland zu wählen. Die Zuleitung nach den Städten geschieht wie für die Quellwasserleitung durch ein geeignetes Röhrensystem, durch Pumpwerke oder den eigenen Fall. Bei richtiger Auswahl kann das Wasser vorzüglich und nahezu vollkommen keimfrei sein.

Fig. 125.

In neuerer Zeit werden vielfach auch Röhrenbrunnen ausgeführt. Die Röhrenbrunnen (Abyssinierbrunnen, auch Rammpumpen, Norton'sche Röhren benannt), bestehen aus schmiedeisernen Röhren, welche an dem einen Ende eine Stahlspitze besitzen (Fig. 125) und oberhalb der letzteren Durchbohrungen der Eisenröhre, die von dichtem Kupferdrahtnetz bedeckt sind. Die Röhren werden in den Boden getrieben und nach Bedürfnis ein oder mehrere Eisenrohre noch angeschraubt, um tiefer in den Boden eindringen zu können.

Da der Boden durch Aufgraben nicht unterwühlt wird, wie bei den Kesselbrunnen, lässt sich leicht, sobald man in tiefere Schichten des Bodens eingedrungen ist, bei reinen Röhren Wasser erhalten, welches keimfrei ist und jedenfalls vor Hineinfallen von Staub u. s. w. vollkommen gesichert ist. Auch für städtische Wasserversorgungen eignet sich das System und ist in Frankfurt durchgeführt. Für derartige Anlagen werden sehr viele Norton'sche Röhren in den Boden getrieben, mehrere untereinander zu einem System verbunden und durch eine Pumpe das Wasser gefördert. Besonders wichtig ist die Auswahl des Platzes sowohl für die Kessel- wie Röhrenbrunnen. Die Mächtigkeit, das Gefälle, die Richtung und Nachhaltigkeit der Grundwasserreservoire fordern ein möglichst vorsichtiges Vorgehen.

Flusswasserversorgung.

Aus dem bereits früher über das Flusswasser Erörterten geht hervor, dass dasselbe, sobald es viele bewohnte und industrielle Orte durchzogen und die Abgänge derselben aufgenommen hat, in einer Weise verunreinigt sein kann, dass es in seinem natürlichen Zustand zur Versorgung der Ortschaften als ungeeignet bezeichnet werden muss.

Die Wasserversorgung aus Flüssen ist aber eine so bequeme und gewährt eine so reichliche und meist zu allen Zeiten ausreichende Ausbeute an weichem, wenig Seife verbrauchendem und zu vielen Industrien gut geeignetem Wasser, dass trotz der erwähnten gewichtigen Bedenken noch immer viele Städte den nöthigen Bedarf dem Flusse entnehmen. Gleichzeitig ist statistisch nachgewiesen, dass diejenigen Städte, welche möglichst reine Flüsse für ihre Wasserwerke benützen, keine größere Mortalitätsziffer haben, als eine Bevölkerung, welche auf die Benützung anderen Wassers angewiesen ist. Meist aber doch in Würdigung der Gefahren, die sich durch den Genuss eines unreinen Flusswassers ergeben, ist man nahezu allerorts dahin gelangt, das Flusswasser entweder nur zum Spülen der Aborte, zum Feuerlöschen, zum Straßenbesprengen, zum Speisen der Dampfkessel und zu industriellen Zwecken zu verwenden und nebenbei für ein gesundes Trinkwasser zu sorgen, oder aber man unterzieht das aus dem Flusse entnommene Wasser, wenn ein anderes als Trinkwasser taugliches Wasser nicht zu Gebote steht, einer Reinigung, bevor man es zum allgemeinen Gebrauch zuleitet.

Dass es ökonomisch nicht vortheilhaft ist, neben der Flusswasserleitung noch für eine zweite Bezugsquelle für Trinkwasser zu sorgen, ist leicht ersichtlich, und es hat sich weiter in dieser Beziehung gezeigt, dass das Publicum bei solchen Doppeleinrichtungen nicht selten das schlechte Wasser auch zum Trinken benützt. Zudem ist zu beachten, dass das Nutzwasser, wenn es wirklich schädliche Stoffe enthält, für unsere Gesundheit eine große Gefahr in sich schließt; denn auf der Oberfläche des mit unreinem Wasser gewaschenen Geschirres, Zimmerbodens u. s. w. bleiben dann die Krankheitskeime zurück und gefährden die Gesundheit. Wird aber gereinigtes Flusswasser zum allseitigen Gebrauch dargeboten, so kommt hierbei wieder der später zu erörternde Umstand in Betracht, dass es nur bei größter Sorgfalt gelingt, auf künstlichem Wege jene Reinheit zu erzielen, die von einem tadellosen Trinkwasser zu fordern ist.

Zudem leidet das durch Filtration oder auf andere Weise gereinigte Flusswasser an dem Übelstande, dass es namentlich im Sommer infolge seiner Abstammung aus dem Flusse und den bei seiner Reinigung stattgefundenen Manipulationen zu warm wird und dass eine Abkühlung desselben nicht leicht im Großen, und im Kleinen nur von reicheren Leuten ausführbar ist

Alle diese Erwägungen drängen dazu, wenn möglich von der Benützung des Flusswassers behufs Wasserversorgung bewohnter Orte abzusehen und der Zuleitung von reinem Quellwasser oder von Hochlandswasser sich zuzuwenden.

Reinigung des Wassers.

Die unter verschiedenen Verhältnissen eintretende Schwierigkeit, sich von Natur reines Wasser zu verschaffen, hat zum Ersinnen der verschiedenartigsten Methoden der Wasserreinigung geführt. Schon Plinius erzählt, dass man das Wasser durch Faulenlassen zu reinigen pflegte, und Peter Frank sagt: „Die trinkbarsten Wässer erhält man aus den schlechtesten, wenn man diese in vollkommene Fäulnis übergehen lässt, sie dann kocht, durch Sand treibt und einige Zeit in Ruhe stehen lässt.“

Gegenwärtig übliche Methoden der Wasserreinigung sind folgende:

Kochen und Gefrierenlassen des Wassers.

Durch das Kochen werden die Gase des Wassers vertrieben, etwaiges kohlensaures Ammon zersetzt und verflüchtigt, die durch Kohlensäure in Wassergelösten Salze werden präcipitiert und organische Substanzen mehr oder weniger verändert. Durch die Siedehitze werden die in dem Wasser vorhandenen Spaltpilze getödtet und selbst die so sehr resistenten Sporen vertragen diese Temperatur nicht lange. In kochendem Wasser sind die Milzbrandsporen schon nach zwei Minuten, und die meisten Sporen, welche wir kennen, schon innerhalb fünfzehn Minuten vernichtet (Flügge). Gekochtes Wasser wird aber wegen des faden Geschmackes nur ausnahmsweise als Getränke aufgenommen.

Das Gefrierenlassen des Wassers gilt auch als eine Verbesserungsmethode des Wassers, doch mit Unrecht; zwar werden zweifellos einige Arten der im Wasser vorkommenden Keime durch die Kälte geschädigt. Wie aber die Untersuchung der verschiedenen in den Handel gebrachten Eissorten erwies, sind dieselben keineswegs keimarm, im Gegentheil vielfach recht reichlich mit Bakterien durchsetzt (Duclaux, Fränkel).

Die chemische Reinigung.

Die chemischen Reinigungsmethoden des Wassers zu Trinkzwecken können auf eine allgemeine Verwendung noch keinen Anspruch erheben. Ihre Bedeutung liegt mehr in ihrer Tauglichkeit zur Verbesserung der Canalwässer und der Behebung der Flussverunreinigung. (Siehe unten.)

Wenig praktisch ist der ab und zu empfohlene Zusatz von Kalk zu Wasser. Durch die Bindung der freien Kohlensäure, die Fällung der Bicarbonate der alkalischen Erden, Eisen und Mangan wird ein Theil der suspendierten Verunreinigungen mit niedergerissen, aber das Wasser auch geschmacklos und durch gelöstes Kalkhydrat oft geradezu ungenießbar; so dass es der Einleitung von Kohlensäure bedarf, um die Genussfähigkeit wieder herzustellen. Praktisch verwertbar scheint dieses Verfahren nicht.

Alaun oder schwefelsaure Thonerde, zu Wasser zugegeben, liefern auch kaum bessere Resultate. Diese Salze zersetzen sich mit dem kohlensauren Kalk des Wassers unter Freiwerden von Kohlensäure zu schwefelsaurem Kalk und Thonerdehydrat, welches letztere als ein in

Wasser unlöslicher Körper beim Präcipitieren suspendierte Substanzen mitreißt und als Bodensatz ausscheidet. 400 *mg* feingepulverten Alauns reichen in der Regel für 1 *l* Wasser aus. Das Wasser klärt sich, wenn es nach dem Eintragen des Alauns stark umgerührt wird, nach 8 bis 17 Minuten. Wenn das Wasser nicht gerade jene Menge von kohlensaurem Kalk und von solchen Substanzen enthält, welche eben ausreichen, das Thonerdesalz vollständig zu zersetzen, sondern mehr oder weniger davon, so ist im ersteren Falle die Klärung eine sehr unvollständige, im zweiten ist die Klärung wohl eine bessere, aber das Wasser enthält etwas gelöstes Thonerdesalz, welches demselben einen auffälligen Geschmack beibringen kann. Im letzteren Falle sucht man durch Zusatz entsprechender Mengen von doppeltkohlensaurem Natron den in Lösung gebliebenen Rest des Thonerdesalzes in unlöslicher Form zu entfernen.

Sehr gebräuchlich ist der Zusatz von Gerbsäure oder gerbstoffhaltigen Substanzen. Die Chinesen trinken das stark verunreinigte Wasser des Peiho, die Tataren Steppenwasser nach Zusatz von Thee. Andere Völkerschaften behandeln sumpfiges oder schlammiges Wasser mit Kino, Oleander und den Früchten des Strychnos potatorum. Die Wirkung dieser gerbstoffhaltigen Mittel ist jedenfalls eine sehr geringe und beruht zum Theil auf der Geschmacksänderung, die das Wasser hierdurch erfährt, zum Theil auf dem Ausfällungsvermögen der Gerbsäure, welche mit vielen organischen und unorganischen Körpern unlösliche Verbindungen eingeht und sie dadurch zur Ausscheidung bringt.

Auch Oxydationsmittel sind versucht worden, um die organischen Substanzen des Wassers zu zerstören, z. B. das Schütteln von Wasser mit atmosphärischer Luft, besonders wirksam scheint jedoch metallisches Eisen. Schüttelt man selbst die stinkendste Canaljauche nur 3 bis 5 Minuten mit Eisenfeilspänen in einem Kolben, der nur halb gefüllt ist, also auch Luft enthält, so verschwindet alsbald der üble Geruch des Wassers und jener metallische des Eisens tritt auf. Filtriert man durch ein einfaches Filter, so erhält man ein eisenfreies, vollkommen klares, geruchloses und ungefärbtes Wasser. Die Bakterien werden größtentheils entfernt (Fromme). Man hat diese Methode neuerdings auch zum Großbetrieb vorgeschlagen (Anderson). Dieses einfache Reinigungsverfahren übertrifft den Eisenschwamm, eine durch Reduction von Blutstein (Eisenoxyd) hergestellte schwammartige Masse, durch welche Wasser filtriert wird, an Wirksamkeit.

Das auch in Vorschlag gebrachte übermangansaure Kali ist wohl nirgends mit Vortheil verwertet worden. Es wirkt ja nur in der Wärme und unter Zusatz von Säuren und Alkalien kräftig ein, und diese Beigaben müssten für Trinkwässer, ehe sie verwendbar sind, wieder entfernt werden.

Die Reinigung durch Destillation.

Es ist in der jüngsten Zeit, nach vielen vergeblichen Versuchen, gelungen, das Meerwasser trinkbar zu machen. Durch eine bloße Destillation lässt sich dieses Ziel nicht erreichen. Unter den mineralischen Bestandtheilen des Wassers: Kochsalz, Chlormagnesium, Kalk, Alkalien, Schwefelsäure, Brom, Jod u. s. w., ist es besonders das Chlormagnesium, welches bei der Destillation nachtheilig wirkt, indem es sich zersetzt, so dass Magnesia ausfällt und Salzsäure verflüchtigt wird, wodurch die Güte des Destillats beeinträchtigt werden muss. Von noch größerer Bedeutung sind die organischen Bestandtheile, die zahllosen Organismen

des Meeres und die Excremente der Seethiere besonders in den Häfen. Sie geben dem Destillate einen widerlichen ammoniakalischen, fischähnlichen Geschmack.

Es werden deshalb, bevor das Meerwasser der Destillation unterworfen wird, diese die Destillation benachtheiligenden Substanzen durch eine Voroperation entfernt. Zu diesem Zwecke versetzt man das Meerwasser zuerst in großen eisernen Behältern mit Kalkmilch, rührt eine Viertelstunde lang das Gemisch um und bringt es alsdann durch eingeleitete Wasserdämpfe auf eine Temperatur von 50 bis 60° C.; hierdurch wird alles organische Leben zerstört und die von den Organismen herrührenden eiweißartigen Stoffe coagulieren. Ferner wird das Chlormagnesium durch den Ätzkalk bei der Wärme zersetzt und sämmtliche Magnesia ausgefällt; behufs raschen Präcipitierens setzt man alsdann Gerbstofflösung hinzu. Was die Menge des Kalkzusatzes betrifft, so muss man diese durch mehrfache vergleichende Versuche zu ermitteln suchen; es ist nämlich für den Wohlgeschmack des Wassers unerlässlich, dass kein Kalk im Überschusse vorhanden ist. Würde man z. B. die Destillation nach einem überschüssigen Kalkzusatze vornehmen, so bekommt das Wasser einen höchst faden, unangenehmen Geschmack, und zwar infolge von ammoniakalischen Verbindungen, welche sich aus den organischen Substanzen, die sich im Wasser noch immer vorfinden, bilden. — Nach der vollständigen Klärung wird das Wasser der Destillation unterworfen. Das überdestillierte Wasser zeigt wegen Mangels an Kohlensäure und Erdalkalien einen weichen Geschmack; um dasselbe nun wohlschmeckend zu machen, lässt man es durch Apparate passieren, welche die Lüftung durch Imprägnierung des Wassers mit zugesaugter Luft bewirken. Das mit Luft geschwängerte Wasser gelangt alsdann auf ein zweites Filtergefäß, welches mit haselnussgroßen Kiesel- und Marmorstücken gefüllt ist. Hier nimmt das Wasser Calciumcarbonat auf.

Die mechanische Reinigung mittelst Filtration.

Die Filtration ist ein ganz allgemein geübtes Verfahren zur Reinwassergewinnung, welches namentlich auch zur Verwendung im Großen und für die Bedürfnisse von Städten sich eignet. Die Vorbedingung zu jedweder Filtration ist eine ausreichende Enge der Poren eines Filters, damit Körperchen von großer Feinheit noch zurückgehalten werden. Ein ideales Filter müsste demnach wie ein Sieb bei einer minimalen Schicht noch ausreichend sein.

Die kleinsten schwebenden Körperchen, deren Entfernung aus dem Trinkwasser wünschenswert erscheint, sind keineswegs die Spaltpilze oder deren Sporen, sondern die Lehm- und Thonpartikelchen, deren sich bei leichter Trübung bis zu 30 Millionen in 1 cm^3 Wasser finden. Ihr Durchmesser beträgt vielfach weit weniger als $^1/_{10000}$ *mm*.

Die natürlich vorkommenden Filterstoffe sind weit davon entfernt, bereits in dünnster Lage klärend auf Wasser einzuwirken; die Maschenweite ihrer Poren ist durchgängig viel zu groß, oder besser gesagt, sie besitzen neben den feinsten zu befriedigender Filtration ausreichenden Poren eine große Zahl weiter Poren. Man ist daher genöthigt, bei Verwendung von Sand, Kies, Quarzpulver, Wolle, Haaren, Glasfäden, Badeschwämmen, Bimsstein, Thierkohle u. s. w. immer viele

Lagen übereinandergeschichtet anzuwenden, bis genügende Dichtigkeit erreicht ist. Letztere wird dadurch hergestellt, dass, je größer die Zahl der Lagen, d. h. die Dicke der filtrierenden Schicht ist, um so häufiger weite Poren an enge grenzen. Je ungleichartiger das Material, um so dicker ist die Schicht, welche nothwendig wird.

Das gebräuchlichste Filtriermaterial, speciell für den Großbetrieb, ist Sand und Kies; meist müssen bei Versorgung mit Flusswasser solche Filteranlagen angewendet werden, bisweilen aber wird das Wasser nicht direct dem Flusse entnommen, sondern aus Brunnen, die in unmittelbarer Nähe des Flusses liegen und von letzterem aus das Sickerwasser erhalten, geschöpft. Durch letzteren Process hat es die gröbsten Verunreinigungen bereits abgegeben.

Von dem Flusse oder aus den eben genannten Brunnen gelangt das Wasser durch ein Hebewerk nach den Filtern, d. h. großen Bassins, deren Boden mit einer Kies- und Sandschicht bedeckt ist. Diese Schicht besteht oft zu einem Drittel bis zwei Fünfteln aus Sand, der Rest aus Kies, dessen Korn nach der Richtung der Wasserströmung stetig abnimmt. Das Wasser steht in dem Bassin 30 bis 65 *cm* hoch.

Sterilisierter Sand übt bisweilen fast gar keine Wirkung bezüglich des Zurückhaltens von Bakterien (Piefke); erst nach längerem Betriebe (8 bis 10 Tagen) wird die Wirkung des Filters eine vollkommene und das filtrierte Wasser genügend keimarm. Dieses beruht nicht etwa auf der Bildung eines besser filtrierenden Deckhäutchens, sondern wohl auf der Umhüllung der einzelnen Körnchen mit schleimigen Massen, an welchen die Bakterien zurückbleiben. Möglicherweise hat man es hier nicht mit einem rein physikalischen, sondern mit einem biologischen Vorgange zu thun.

Wesentlich für das Filtrationsergebnis ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser die Sand- und Kiesschicht durchsetzt. Bei stark verunreinigtem Flusswasser (mit 30.000 bis 40.000 Keimen in 1 cm^3) muss jedenfalls die Geschwindigkeit im Filter unter 0·1 *m* pro Stunde bleiben. 1 m^2 Filterfläche kann also höchstens 100 *l* Trinkwasser für die Stunde liefern. Jede Unregelmäßigkeit der Geschwindigkeit ist sorgfältig zu vermeiden. Das Filtrat wird bei geordnetem Betriebe, selbst bei großem ursprünglichen Keimgehalt nicht mehr als 50 bis 100 Keime für den Kubikcentimeter Wasser ergeben. Überdachung der Filter ist auf die Keimzahl ohne wesentlichen Einfluss. Keimfrei filtrierendes Wasser inficiert sich bald wieder mit Keimen (Bertschinger).

Die Filtration kann aufsteigend oder absteigend sein. Nach einiger Zeit muss das Filter gereinigt werden, die oberste Schicht wird zu diesem Behufe abgehoben, gewaschen und an der Sonne liegen lassen.

Bei den großen Mengen von Wasser, welche ein Filter durchsetzen, kann von einer Entfernung der organischen gelösten Substanzen durch die Filtration keine Rede sein. Nur die suspendierten organischen Substanzen werden wie die Bakterien zurückgehalten. Mitunter tritt bei der Filtration ein minimaler Zuwachs der Salpetersäure oder der Kalksalze ein. Die Filtration befriedigt nicht, wenn ein Wasser Huminsubstanzen enthält (Torfwässer), oder wenn etwa von Seite gelöster organischer Substanzen schädliche Folgen zu erwarten sind.

Die bis jetzt üblichen vorbereitenden chemischen Reinigungsmethoden wie der Kalk- oder Thonerdezusatz sind keine wesentlichen

Förderungen des Filtrationsprocesses. Vielleicht dass sich die vorgeschlagene vorherige Behandlung des Wassers mit Eisen vortheilhaft verwenden lässt. Wenigstens werden die organischen gelösten Substanzen durch Schütteln mit Eisendrehspänen größtentheils zerstört, und wichtig erscheint, dass bei lehmigen Wässern eine Klärung desselben durch Eisen vor der Filtration erreicht werden kann. Das Filter wird dadurch geschont (Piefke). Durch längeres oder mehrmaliges Schütteln mit Eisen kann man Wasser keimfrei machen (Fromme). Anderson reinigt Wasser in einer mit Gusseisenstücken gefüllten, rotierenden Trommel und nachheriger Filtration.

Die Filtration wird bisweilen bei den Hausbrunnen angewendet und das Wasser, ehe es in den Brunnenschacht dringt, filtriert (Fig. 126.) Es wird dabei der Brunnenmantel und Sohle möglichst wasserdicht in Cement hergestellt und durch die Sohle ein Thonrohr, mit Öffnungen an beiden Seiten, eingesteckt. Das Thonrohr ist noch ausserdem mit Kies, Sand oder Kohle gefüllt. Das Wasser wird durch den Druck des Grundwassers durch das Rohr in den Brunnen gedrückt. Das Rohr muss leicht zu reinigen sein. Die Einrichtung hat sich in Niederungen, deren Boden ein an organischen Stoffen reiches Wasser liefert, sehr bewährt.

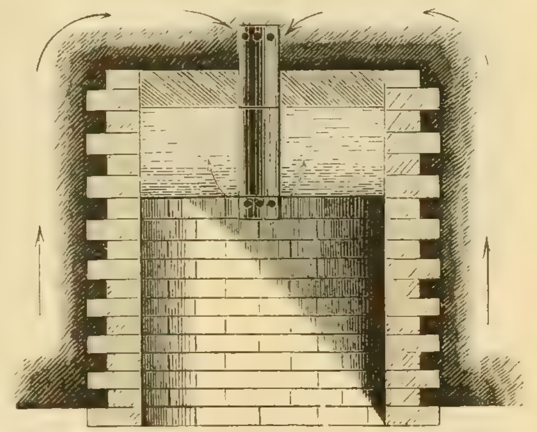


Fig. 126.

Auch die Cisternenwässer sollen vorher wenn möglich durch Filtration gereinigt werden. In sehr bedeutendem Umfange ist diese Filtration in Venedig früher in Gebrauch gewesen (Fig. 127). Durch kleine Spalten dringt das Regenwasser oder das auf Schiffen zugeführte Flusswasser der Brenta in kleine Behälter, versickert von dort durch die filtrierende Schicht und sammelt sich in der Cisterne.

Auch andere Materialien als Kies und Sand finden mitunter Verwendung zur Filtration; kräftig wirkt Kohle, noch besser der Eisenschwamm. Allerdings sind namentlich bezüglich des letzteren die Meinungen noch getheilt.

Während Plagge diesen Substanzen wenigstens bezüglich der Entfernung der Bakterien keine Bedeutung beimisst, hat Frankland sehr gute Resultate auch noch nach einem Monate gesehen.

Das Wasser kann außer an einer Centralstelle auch von dem Consumenten gereinigt werden, doch empfiehlt sich dies Verfahren nicht da die Kosten der Filtration auf den Einzelnen abgeladen werden und die Filtration keineswegs eine in Jedermanns Händen zuverlässig wirkende Operation ist. Im Nothfalle wird man sich aber solcher Mittel zur localen Reinigung des Wassers bedienen müssen. Im Gebrauche sind mancherlei Filter, z. B. solche aus plastischer Kohle, deren eines

in Fig. 128 dargestellt ist. Man legt dieselben in das zu reinigende Wasser, saugt an dem Ende des Schlauches, bis das Wasser das Filter gefüllt hat. Es fließt dann selbstthätig durch den als Heber wirkenden

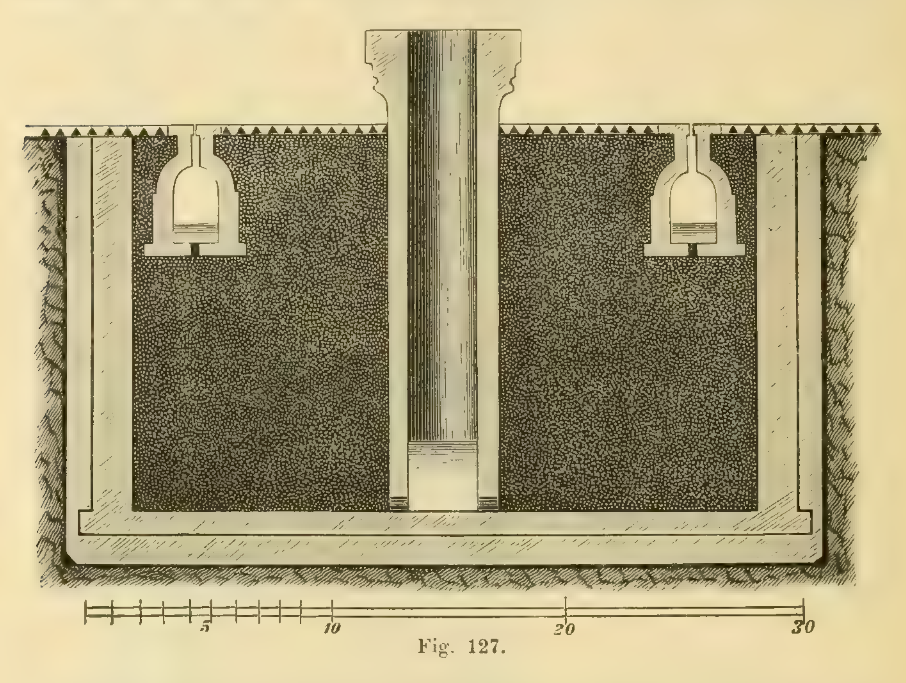


Fig. 127.

Schlauch ab. Die Reinigung ist aber keine sehr gründliche, weil Bakterien und Thonpartikelchen nur unvollkommen zurückgehalten werden.

Bei dem Filter von David (Fig. 129) tritt das zu filtrierende Wasser bei entsprechender Stellung des Hahnes D in der Richtung der mit a bezeichneten Pfeile von unten in die mit gerbsaurem Eisen behandelte Schicht von Schwämmen, steigt in derselben auf und tritt so, von den meisten Unreinigkeiten befreit, in das innere Filter, welches aus abwechselnden Lagen von mit Eisentannat behandelter Wolle, Sandstein, Thierkohle und Kies besteht. Das filtrierte Wasser fließt aus K ab. Will man die Schwämme von dem abgesetzten Schlamm reinigen, so schließt man das innere Filter mittelst der Schraube L und lässt das Wasser durch entsprechende Stellung der Hähne D und A


Fig. 128.

in der Richtung der mit *m* bezeichneten Pfeile von oben nach unten durch die Schwammschicht gehen und aus *D* entweichen.

Forster's Filter (Fig. 130) presst das Wasser durch Sandstein. *aa* ist ein hohler, unten geschlossener Cylinder aus einem feinkörnigen, reinen Sandstein von etwa 10 *cm* Durchmesser und 18 *cm* Länge, der



Fig. 129.

in den gusseisernen Deckel *bb* eingekittet ist. In einer Vertiefung des gusseisernen Fußes *dd* und des Deckels ist der cylindrische Mantel *ff* aus Weißblech eingelassen, die Fugen werden durch Anziehen der Schraube *ng* gedichtet. Das Wasser tritt unter Druck beim Öffnen des Hahnes *e* durch das mit der Leitung verbundene Rohr *m* ein, durchdringt den Sandstein und fließt aus *c* ab. Die Hähne *h* und *i* dienen zur Reinigung des Apparates.

Ein vielgerühmtes Filter hat Fonvielle construiert und Filtre plongeur genannt (Fig. 131). Die zwei Holzbehälter *A* und *C* sind so auf dem Gerüste *B* aufgestellt, dass der Boden von *A* etwa 0·5 *m* über dem von *C* sich befindet. Der Behälter *A* ist 1 bis 1·25 *m* hoch, 0·6 breit und 0·8 *m* lang. Der Behälter *C* hat 0·5 *m* Höhe und Länge und 0·3 *m* Breite. *G* ist eine Kupferröhre mit einem Hahne *H* von 5 *cm* Weite, welche die beiden Behälter miteinander verbindet, was durch Löcher, 15 *cm* über dem Boden jedes der Gefäße, geschieht. *D* ist das erste oder Vorfilter (dégrossisseur) aus verzinktem Eisenblech, 53 *cm* lang, von 20 *cm* Durchmesser und cylindrischer Gestalt. Nächst dem an das

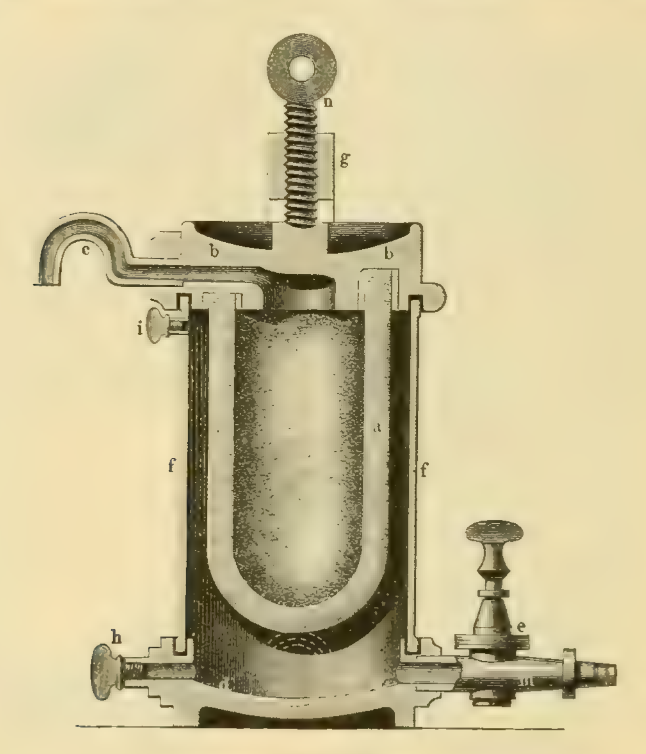


Fig. 130.

Rohr *G* angeschraubten Hals liegt eine durchlöcherte Platte *t* von dem gleichen Durchmesser wie der Hals. Vor dem Anschrauben des Cylinders *D* an *G* wird er über der dem Hals zugewendeten durchlöcherten Platte erst mit etwas grobem Kiessand, darauf mit 1 *kg* wohlgewaschener Flockwolle bester Sorte, bis zu einer Höhe von 18 oder 20 *cm*, und der noch übrige Raum mit einem Gemenge aus Kies und Kohle gefüllt, die beide durch ein Sieb mit Maschen von der Größe einer halben Linse geschlagen werden. Nach der Füllung wird der Deckel *E* aufgesetzt und über diesen und den hinteren Theil des Cylinders eine Binsenkappe *F* geschoben. Die Theile des Cylinders und der Deckel, über welche die Binsenkappe geht, sind durchlöchert. Die Löcher sind 3 *mm* weit und

16 *mm* von einander entfernt. Das zweite cylindrische Filter *J* (finisseur) ist 30 *cm* lang und 20 *cm* weit; darin befindet sich der engere Cylinder *O*, der am hinteren Ende mit *J* zusammengelöthet und mittelst dessen *J* am Rohre *G* angeschraubt ist *K* ist eine Flügelmutter mit einer Schraube, durch die der Deckel auf dem Cylinder *J* befestigt wird. Die beiden Cylinder *O* und *J* sind auf ihrer ganzen Oberfläche mit Löchern von 3 *mm* Weite versehen, die an *O* etwas enger neben einander liegen als

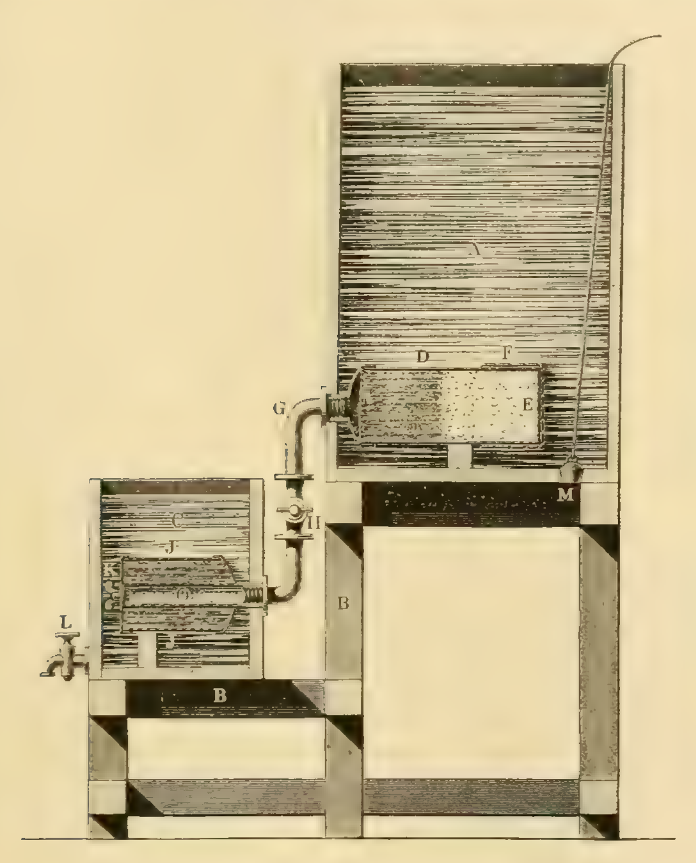


Fig. 131.

bei *J*. Der Zwischenraum zwischen *O* und *J* wird mit Wolle von möglichst guter Beschaffenheit ausgefüllt. Der Vorgang bei der Filtration erklärt sich von selbst: das Wasser dringt durch *F* und *E* in den Cylinder *D*, durch dessen filtrierende Substanzen nach *G*. *H*. *O*. tritt durch *J* nach *C* aus und wird durch *L* abgelassen. Trübes Wasser lässt man vor dem Öffnen des Hahnes *H* in *A* zuerst sich absetzen. Die Reinigung des Behälters *A* geschieht durch Öffnen des Spundes *M*, die Reinigung der beiden Filtriercylinder durch Auseinandernehmen und Waschen der Materialien.

Sicherer in ihrer Wirkung wegen der Feinheit ihrer Poren sind die Thonzellen. Wie längst bekannt, eignet sich nichtglasierter Thon zu allerlei Aufgaben der Filtration. Das Milchserum, Blutserum u. s. w. werden von den übrigen Stoffen abgetrennt. Chamberland hat sie nun in bestimmter Form zur Wasserfiltration eingerichtet (Fig. 132).

In einer Hülse aus starkem glasierten Thone ist ein cylindrisches Gefäß *a* aus feinem, weißen Thon eingesetzt und dadurch, dass man die Ränder mit Siegelwachs verklebt, befestigt. Das Wasser wird in die allseitig geschlossenen Cylinder mit mindestens 2 bis 3 *m* Wasserdruck geleitet, filtriert und fließt bei *b* ab. Gelöste organische und anorganische Substanzen, wenn ihre Lösung eine moleculare ist, z. B. Rohrzucker, Milchzucker, Salze u. s. w. gehen hindurch; Molekülverbindungen wie manche Eiweißtoffe, z. B. Caseïn, filtrieren nicht. Ebenso verhalten sich die Bakterien und geformten Elemente. Canaljauche lässt nur die gelösten Stoffe hindurch; diese sind vielfach von ganz anderem Geruche als die ursprüngliche Flüssigkeit, z. B. von aromatischem, obschon die Jauche in stinkendster Fäulnis sich befinden kann. Ein Filter liefert im Tag bei 2 bis 3 *m* Wasserdruck nur etwa $1^1/_2$ bis 2 *l*, bei $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Atmosphären aber 48 bis 72 *l*. Will man also reichlich Wasser haben, so muss man mehrere Filter zu einer „Batterie“ vereinigt anwenden oder den Druck stark erhöhen. Die Filter sind sehr gebrechlich. Lösliche Bakteriengifte und dergl. werden nicht zurückgehalten.



Fig. 132.

Auf einem anderen Princip beruhen die Mikromembranfilter Breier's in Wien. Ein feines Metallnetz wird mit Asbest fest belegt und so eine dünne Filterschicht mit außerordentlich feinen Poren erhalten; durch dieses Filter, welches dem Drucke jeder Wasserleitung widersteht, gelangen auch die feinsten suspendierten Theilchen nicht hindurch. Die Leistungen sind sehr befriedigeng (H. Buchner) und lange Zeit gleichmäßig. Hemmend wirkt die Ablagerung von Lehm; die Reinigung des Filters ist einfach und sicher. Für die praktische Verwertung taugt es weit besser als Thonfilter und können je nach der Größe der filtrierenden Flächen beliebig große Quantitäten Wassers erhalten werden.

Die Filtrationsmethoden im Kleinen geben also, was suspendierte Theilchen und Bakteriengehalt des Wassers betrifft, in richtiger Anwendung gute Resultate. Die Wasserfiltration im Großbetrieb ist aber hinsichtlich genannter Bedingungen nicht frei von Einwänden, zumal stets noch bakterienhaltiges Wasser — wenn wir auch von allen übrigen Beimengungen gelöster Natur absehen — erhalten wird. Ob jedesmal diese aus unreinem Wasser nicht völlig abgeschiedenen Keime gerade harmlose Wasserbakterien sind, ist keineswegs entschieden und auch kaum anzunehmen. Die Filtration im Großen ist daher stets nur als Auskunftsmittel zu betrachten und von vorneherein die Gewinnung guten Quell- oder Grundwassers anzustreben.

Untersuchung des Wassers.

Physikalische Untersuchung.

Die Temperatur des Wassers wird in einem genauen Thermometer, welches Zehntelgrade angibt, gemessen. Die zuerst ausfließenden Wasserproben geben keine richtigen Werte.

In Fällen, bei denen man zum Wasser mit einem gewöhnlichen Thermometer nicht direct hinzu kann, bedient man sich des Pinselthermometers. Dasselbe ist ein Weingeistthermometer, dessen Kugel von einer dichten Lage 7 bis 8 *cm* langer Flachsfasern umgeben ist; damit es im Wasser untertauche, hat es eine ringförmige, mit Blei ausgegossene Hülse, welche den oberen Theil der Flachsfasern bedeckt. Das Thermometerrohr ist durch eine gabelförmig ausgeschnittene Holzfassung gegen Beschädigung geschützt. An Stelle des Pinselthermometers kann auch der nebenstehende Apparat (Fig. 133) Verwendung finden. Ein kleines Messinggefäß *a* trägt eine Messingleiste *b*, welche oben mit einem Häckchen versehen ist. An dieser Leiste *b* ist das Thermometer *c* befestigt und taucht mit der Cuvette in das Gefäß *a*. Der Apparat wird in den Brunnen gelassen und mit Wasser gefüllt herausgebracht. Die Thermometerablesung ergibt die Brunnentemperatur.

Färbung und Trübung des Wassers werden am besten erkannt, wenn man das Wasser in ein hohes Gefäß von farblosem Glase schüttet und letzteres dann auf eine Porzellanplatte oder auf einen Bogen weißes Papier stellt. Daneben stellt man ein gleiches mit destilliertem Wasser gefülltes Glas, um den Vergleich vornehmen zu können. Organische, namentlich Huminsubstanzen erzeugen eine gelbe oder gelbbraune Farbe, ebenso suspendierte Bestandtheile, z. B. Thon, eisenhaltiger Lehm, Eisenoxydflocken u. s. w. Sobald sich diese Suspensa vollständig abgelagert haben, verliert solches Wasser die gelbe Färbung. — Eine grüne Färbung deutet in der Regel auf Algen.

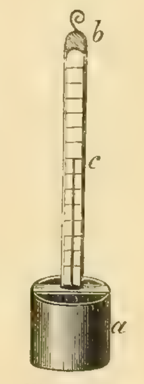


Fig. 133.

Den Geschmack und Geruch des Wassers prüft man nicht nur bei gewöhnlicher Temperatur, sondern auch bei 30 bis 35°, da er dann schärfer hervortritt. Übelriechendes oder schmeckendes Wasser enthält entweder faulende Pflanzen- oder Thierstoffe oder auch Gase, wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak etc. Bitter schmeckendes Wasser enthält meist Bittersalz oder Glaubersalz; salzig schmeckendes Kochsalz oder Chlorkalium, tintenartig oder adstringierend schmeckendes enthält Eisen.

Zur Bestimmung der suspendierten Substanzen werden 2 bis 3 *l* des zu prüfenden Wassers nach längerem Stehen, durch ein mit Salzsäure und destilliertem Wasser gut ausgewaschenes, bei 100° getrocknetes und gewogenes Filter von bestimmtem Aschengehalt filtriert, der in der Flasche befindliche Absatz mit dem letzten Rest des Wassers auf das Filter gebracht und mit destilliertem Wasser nachgewaschen. Das Filter wird bei 100° C. getrocknet, und nachdem man es im Exsiccator hat erkalten lassen, gewogen. Nach Abzug des Filtergewichtes erhält man die Summe von suspendierten Stoffen in dem zur Untersuchung genommenen Wasser.

Um die Menge der anorganischen Substanzen zu bestimmen, bringt man den Filterinhalt in einen Platintiegel, verascht das Filter in einer Platinspirale und gibt die Asche ebenfalls in den Tiegel hinein und glüht, bis alle organischen Substanzen verbrannt sind. Der im Exsiccator erkaltete Tiegel wird dann gewogen. Nach Abzug des Tiegels bekommt man die Menge der anorganischen Substanzen; durch Abzug dieser von der Gesammtmenge der suspendierten Theile die organischen. Die Methode ist aber ungenau.

Chemische Untersuchung.

Nicht immer wird es nöthig sein, eine vollständige Analyse des Wassers vorzunehmen, um ein Urtheil über seine Brauchbarkeit zu bestimmten Zwecken zu erlangen. Manchmal wird es sich mehr um die Härte des Wassers, oft um einen auffälligen Gehalt an organischen Substanzen oder an Ammon, Salpetersäure u. s. w. handeln. Häufig wird die Bestimmung der Quantität der einzelnen Bestandtheile nöthig sein, in einzelnen Fällen

aber wird schon der qualitative Nachweis eines oder mehrerer Bestandtheile zu gewissen Schlüssen berechtigen.

In Nachfolgendem sind deshalb sowohl die qualitativen Reactionen angeführt, durch welche die einzelnen Bestandtheile bequem und sicher nachgewiesen werden können, als auch die quantitativen Bestimmungen hygienisch wichtiger Körper besprochen.

Für die meisten quantitativen Bestimmungen einzelner Bestandtheile des Wassers wählt man für hygienische Zwecke die Titriermethode, weil sie sich vor der Gewichtsanalyse durch Leichtigkeit der Ausführung und Zeitgewinn auszeichnet.

Die titrierten oder Normallösungen der Reagentien sind entweder rationelle oder empirische. Beide Arten von Lösungen werden zu hygienischen Untersuchungen benützt. Unter ersteren versteht man eine solche gleichmäßige Vertheilung der entsprechenden chemischen Verbindung in Wasser, dass je 1000 Theile der Lösung genau so viele Theile der betreffenden Substanz enthalten, als dem Äquivalent derselben entspricht. Eine Normal-Oxalsäurelösung enthält also im Liter 63 *g* krystallisierter Oxalsäure, denn 63 ist das Äquivalent der Oxalsäure. Eine Normal-Natronlösung enthält 31 *g* Natron, denn 31 ist das Äquivalent des Natron.

Um neben diesen Normalflüssigkeiten noch solche zu haben, die feineres Austitrieren d. h. ein allmählicheres und darum schärfer beobachtbares Eintreten der charakteristischen Reaction ermöglichen, hat man noch Lösungen, die Zehntel-Normalflüssigkeiten heißen. Es sind solche, in welchen ein Zehntel Atom auf den Liter Flüssigkeit enthalten ist.

Jeder Volumtheil einer Normal- oder Zehntel-Normalsäurelösung muss nach Zusatz eines gleichen Volumtheiles der Normal- oder Zehntel-Normalkalilösung eine auf Lackmus, Rosolsäure u. s. w. neutral reagierende Flüssigkeit geben.

Einige Lösungen sind so bestimmt, dass der Verbrauch eines Kubikcentimeters eine die Rechnung vereinfachende Menge des in Lösung befindlichen Körpers, der bestimmt werden soll, andeutet. Derartige Lösungen heißen empirische.

Obwohl für die hygienische Praxis bei Wasseruntersuchungen hauptsächlich die maß-analytischen Bestimmungsmethoden in Betracht kommen, so werden doch nachfolgend auch solche gewichts-analytische Methoden angeführt, welche entweder genauere Resultate geben, als die entsprechenden maß-analytischen Bestimmungen, oder schneller ausführbar sind.

Bestimmung der Menge der im Wasser enthaltenen Bestandtheile.

500 bis 1000 *cm*³ Wasser werden in einer gewogenen Platin- oder Porzellanschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, alsdann im Luftbade bis zum constanten Gewicht getrocknet und gewogen. Der Gewichtsunterschied gibt die Menge der festen Bestandtheile an.

Bezüglich der Temperatur, welche das Luftbad haben soll, divergieren die Anschauungen. Manche empfehlen eine Temperatur von 110, Andere eine solche von 180° um das Krystallwasser möglichst zu entfernen. Will man die organischen Substanzen nicht zerstören, so darf man nicht über 110° C. hinausgehen; man lässt im Exsiccator erkalten und wiegt. Da Manche die Trocknung des Rückstandes auch bei höherer Temperatur ausführen, muss stets hinzugefügt werden, bei welcher Temperatur die Bestimmung gemacht wurde.

Die Härtebestimmung.

Die Härte des Wassers wird wesentlich durch Kalk- und Magnesiaverbindungen des Wassers, selten durch etwaige Eisen- und Thonerdesalze bedingt.

Die Salze sind zum Theil Verbindungen der Kohlensäure, zum Theil Verbindungen von Chlor mit Kalk oder Magnesia (wenn wir von den Eisen- und Thonerdeverbindungen im Weiteren absehen wollen) oder solche der Salpetersäure, salpetrigen Säure und Schwefelsäure. Die Carbonate sind in reinem Wasser unlöslich; wenn sie sich im Wasser finden, sind sie stets durch Kohlensäure in Lösung erhalten. Kocht man Wasser durch einige Zeit hindurch, so wird die Kohlensäure verjagt; die Carbonate fallen aus und setzen sich ab.

Die durch das Vorhandensein aller Erdalkalien bedingte Härte nennt man die Gesammthärte; jene durch die von Kohlensäure gelösten Carbonate bedingte, die transitorische Härte, und jener Härtegrad, welcher auch nach dem Ausfallen der Carbonate übrig bleibt, wird als permanente Härte bezeichnet.

Die Härte wird nach „Graden bemessen.“ Ein deutscher Härtegrad ist jene Menge von Härte bedingenden Substanzen, welche auf eine Seifenlösung ebenso wirkt, wie ein Theil Kalk in 100.000 Theilen Wassers gelöst. Ein deutscher Härtegrad entspricht 1·78 französischen oder 1·25 englischen Graden.

Das Princip der Härtebestimmung beruht auf der Thatsache, dass Lösungen von Erdsalzen mit Seifen (fettsaurem Natron oder Kali) sich zu in Wasser unlöslichem, fettsaurem Kalk oder Magnesia umsetzen. Das Schäumen einer Seifenlösung kann aber nur eintreten, so lange unverändert Kali- oder Natronverbindung der Fettsäure vorhanden ist; sonach wird, ehe nicht aller Kalk u. s. w. ausgefällt ist, eine diese Stoffe führende Flüssigkeit, mit Seife zusammen gebracht, nicht schäumen. Das Auftreten von Schaum kann als ein Maßstab für die Vollendung der Ausfällung angesehen werden. Je härter ein Wasser also ist, desto mehr, und je weicher es ist, desto weniger Seifenlösung wird man verbrauchen (Clark).

Um nun zu erfahren, welchem Härtegrad eine Seifenlösung entsprechend ist, würde man sich eine Kalklösung zuzubereiten haben, welche dem deutschen Maßsysteme entspricht. Da aber die Herstellung einer Kalklösung mit Unbequemlichkeiten verbunden ist, nimmt man eine äquivalente Menge eines Barytsalzes. Man löst 0·523 *g* reines, trockenes Chlorbaryum und löst zu einem Liter; die Lösung entspricht dann genau 12 deutschen Härtegraden oder 12 Theilen Calciumoxyd in 100.000 Theilen Wasser.

Die Seifenlösung, welche nun verwendet werden soll, bedarf gleichfalls einer sorgfältigen Zubereitung. 150 Theile Bleipflaster (Emplastrum Lithargyri simplex) werden mit 40 Theilen reinem kohlensauren Kali auf dem Wasserbade zu einer gleichmäßigen Masse zerrieben, mit starkem Alkohol versetzt, absitzen gelassen und filtriert. Der Alkohol wird dann abdestilliert, die Seife getrocknet und 20 *g* der trockenen Seife in Weingeist von 0·921 specifischem Gewicht zu einem Liter gelöst.

Von dieser Seifenlösung sollen 45 cm^3 zu 100 cm^3 der Chlorbaryumlösung allmählich zufließen gelassen und geschüttelt, einen durch fünf Minuten anhaltenden Schaumerzeugen. Wenn weniger oder mehr gebraucht werden sollte, so muss die Seifenlösung entweder weiter verdünnt oder durch Abdunstenlassen des Alkohols weiter concentriert werden; bis eben 45 cm^3 für 100 cm^3 der Chlorbaryumlösung ausreichen. Die verwendeten 45 cm^3 entsprechen, wie aus dem oben Dargelegten hervorgeht, 12 deutschen Härtegraden.

Aber wenn wir etwa 50 cm^3 der Chlorbaryumlösung mit 50 cm^3 destilliertem Wassers mischen, also ein Wasser von 6 Härtegraden herstellen, brauchen wir nicht etwa $\frac{45}{5} = 22·5$ cm^3 Seifenlösung, sondern erst nach 24·4 cm^3 Seifenzusatz tritt das Schäumen auf. Der Härtegrad kann also nicht unmittelbar nach dem Seifenverbrauch abgemessen werden, sondern wir benützen zur Berechnung folgende empirisch gefundene Hilfsscala (nach Faisst und Knauss).

Aus nachfolgender Tabelle ersieht man, welchem Härtegrad die bis zur Hervorbringung des bleibenden Schaumes nöthige Menge Seifenlösung entspricht.

0·5°	Härte	erfordern	3·4 cm^3	Seifenlösung.
1·0°	„	„	5·4 cm^3	„
1·5°	„	„	7·4 cm^3	„
2·0°	„	„	9·4 cm^3	„
2·5°	„	„	11·3 cm^3	„
3·0°	„	„	13·2 cm^3	„
3·5°	„	„	15·1 cm^3	„
4·0°	„	„	17·0 cm^3	„
4·5°	„	„	18·9 cm^3	„
5·0°	„	„	20·8 cm^3	„
5·5°	„	„	22·6 cm^3	„
6·0°	„	„	24·4 cm^3	„
6·5°	„	„	26·2 cm^3	„
7·0°	„	„	28·0 cm^3	„
7·5°	„	„	29·8 cm^3	„
8·0°	„	„	31·6 cm^3	„
8·5°	„	„	33·3 cm^3	„
9·0°	„	„	35·0 cm^3	„
9·5°	„	„	36·7 cm^3	„
10·0°	„	„	38·4 cm^3	„
10·5°	„	„	40·1 cm^3	„
11·0°	„	„	41·8 cm^3	„
11·5°	„	„	43·4 cm^3	„
12·0°	„	„	45·0 cm^3	„

Je höher die Härte des Wassers ist, eine im Verhältnis um so geringere Seifenmenge vermag die Schaumbildung hervorzubringen. Dieser Umstand ist darin begründet, dass aus dem Chlorcalcium und dem Natron Chlornatrium entsteht, und zwar umsomehr, je mehr Chlorcalcium in dem Wasser gelöst war. Diese Anhäufung des Chlornatriums scheint die Ausscheidung des Kalkerdesalzes zu begünstigen und weniger Seifenlösung nöthig zu machen.

Über den Gebrauch der Tafel ist noch zu sagen, dass in Fällen, wo die Masse der verbrauchten Seifenlösung nicht gerade den in der Tabelle enthaltenen Zahlen entsprechen, die Ermittlung der Differenzen leicht Aufschluss über den Härtegrad gewährt. Z. B. es seien 44 cm^3 Lösung gebraucht, so ist der Härtegrad zwischen 11·5 und 12°; die Differenz zwischen den diesen beiden Graden entsprechenden Seifenmengen beträgt 1·6 cm^3, die Differenz der Härten beträgt einen halben Grad. Also die Größe, die zu 11·5° hinzukommt, beträgt $^6/_{16}$ eines halben Grades oder $^3/_{16}$, das ist nahezu $^2/_{10}$ Grad, die Härte des untersuchten Wassers ist also 11·7°.

Die Ausführung einer Härtebestimmung ist nach dem Gesagten einfach: man misst 100 cm^3 Wasser in eine enge Flasche und lässt dann je 1 cm^3 Seifenlösung unter Schütteln zufließen, bis Schaum auftritt und einige Zeit bestehen bleibt. Bei einer zweiten Bestimmung arbeitet man genauer, indem die Hauptmenge der nach dem ersten Versuch benöthigten Seifenlösung sofort zugesetzt und dann tropfenweise die Tritrierung beendet wird.

Die obige Tabelle reicht nur bis zu 12° Härte oder einem Seifenverbrauch von 45 cm^3 auf 100 cm^3 Wasser. Hat man ein Wasser vor sich, für welches zur Schaumbildung 45 cm^3 nicht hinreichen (diese Wässer geben bei den ersten Portionen beigemengter Seifenlösung flockige Ausscheidungen, während die Wässer von gewöhnlichem Kalkgehalt nur trübe opalisierend werden), so stellt man einen zweiten Versuch an, wozu nur 50 cm^3 oder unter Umständen nur 20 cm^3 oder auch nur 10 cm^3 des fraglichen harten Wassers und so viel destilliertes Wasser, als zur Completierung auf 100 cm^3 fehlt, verwendet werden und berechnet das erhaltene Resultat je nach der angewendeten Verdünnung.

Hat man für die obige Bestimmung ungekochtes Wasser benützt, so erhält man durch dieselbe die Gesammthärte. Will man die permanente Härte kennen, so wird eine größere Menge des Wassers genau abgemessen und dann einige Zeit in wallendem Kochen erhalten. Wenn etwa ein Drittel der Flüssigkeit verdampft ist, so lässt man sie erkalten, bringt sie sodann durch Zusatz von destilliertem Wasser auf jenes Volumen, welches sie vor dem Kochen besaß, und bestimmt in der obigen Weise die Härte, die in diesem Falle den Ausdruck für die im kohlensäurefreien Wasser löslichen Kalk, und Magnesiaverbindungen gibt.

Gesammt- und Permanenthärte müssen demnach zusammenfallen, wenn das zu untersuchende Wasser weder freie Kohlensäure noch kohlensaure alkalische Erden enthält, und sie müssen umsomehr differieren, je mehr freie Kohlensäure vorhanden und je bedeutender der Antheil an Kalk und Magnesia ist, welcher an Kohlensäure gebunden ist.

Nach den vorangegangenen Darlegungen ist es einleuchtend, dass in einem Wasser, welches nur Kalksalze enthält, diese mittelst der Seifenlösung exact genug ihrem Gewichte nach bestimmt werden können.

Anders müssen sich jedoch die Verhältnisse gestalten, sobald in demselben Wasser auch Magnesiaverbindungen enthalten sind, welche durch die Seifenlösung allerdings auch, aber nach anderen Verhältnissen, gefällt werden: denn das Äquivalent des Calciums ist nicht dasselbe, wie jenes des Magnesiums; letzteres beträgt 24, ersteres 40. Für eine und dieselbe Menge von Kalk- und Magnesiaverbindungen müssen demnach ganz verschiedene Mengen von Seifenlösung bis zur vollständigen Ausfällung der genannten Verbindungen in Anwendung kommen: das, was die gleiche Menge Seifenlösung für 40 Calcium leistet, wird schon von 24 Magnesium in Anspruch genommen.

Soll demnach die auf andere Weise bekannt gewordene Magnesiamenge eines Wassers auf Härtegrade umgerechnet oder in Härtegraden ausgedrückt werden, so muss hierbei das Verhältnis des Äquivalents der Magnesia und jenes des Kalkes berücksichtigt werden, das heißt je 40 Magnesia ($Mg\,O$) als gleichwertig mit 56 Kalk ($Ca\,O$) in Rechnung gebracht werden.

Gewichts-analytische Bestimmung des Kalkes.

Der Kalkgehalt des Wassers lässt sich gewichts-analytisch sehr genau dadurch bestimmen, dass man alle Kalkverbindungen als oxalsauren Kalk ausfällt.

Die Ausführung der Methode ist folgende: Eine genau gemessene Menge des Wassers, etwa 200 bis 500 cm^3, wird erwärmt und mit Ammoniak und einer Lösung

von oxalsaurem Ammonium im Überschuss versetzt; das hierdurch gefällte oxalsaure Calcium wird nach dem Absetzen auf einem kleinen schwedischen Filter gesammelt, mit heißem Wasser ausgewaschen und getrocknet. Nach dem Trocknen nimmt man das Filter aus dem Trichter, drückt es etwas zusammen, schüttet den dadurch abgelösten Niederschlag so weit als möglich in einen gewogenen Platintiegel, verbrennt vorsichtig das Filter in einer Platindrahtspirale, bringt den Rückstand vom verbrannten Filter in die Höhlung des Tiegels und erhitzt den schräg gelegten Tiegel anfangs ganz gelinde, alsdann etwas stärker, bis der Boden des Tiegels ganz schwach roth glüht. Bei dieser Temperatur erhält man ihn 5 bis 10 Minuten; man lässt ihn schließlich unter dem Exsiccator erkalten und wägt. Nach dem Wägen befeuchtet man den Inhalt des Tiegels, welcher weiß sein muss oder höchstens einen Stich ins Graue zeigen darf, mit einigen Tropfen einer Lösung von kohlensaurem Ammon, verdampft vorsichtig zur Trockne, glüht ganz gelinde und wägt. Hat das Gewicht zugenommen, so wiederholt man die angeführte Operation, und zwar so lange, bis das Gewicht constant bleibt.

Der Tiegelinhalt besteht nun aus kohlensaurem Kalk; 100 *mgr* desselben entsprechen 56 *mgr* Kalk (Ca O).

Maß-analytische Bestimmung des Kalkes.

Der Kalkgehalt des Wassers lässt sich maß-analytisch nach Mohr ebenso genau bestimmen, als wie durch Gewichtsanalyse.

Das maß-analytische Verfahren beruht auf der Fällbarkeit der Kalksalze in ammoniakalischer Lösung durch Oxalsäure und auf der Oxydierbarkeit der letzteren durch übermangansaures Salz. Man wendet eine bestimmt überschüssige Menge Oxalsäure an und misst die zur Fällung des Kalkes nicht verwandten Antheile derselben nach dem Ansäuern durch eine damit titrierte Permanganatlösung zurück.

Die Ausführung der Methode ist nach Kubel und Tiemann folgende: Man bringt 100 cm^3 des zu prüfenden Wassers in ein Kölbchen, welches bis zur Marke 300 cm^3 fasst, fügt 25 cm^3 $^1/_{10}$ normaler Oxalsäure (bei sehr hartem Wasser mehr), dann einige Tropfen Ammoniak bis zur schwach alkalischen Reaction hinzu und erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden, um den entstandenen Niederschlag von oxalsaurem Kalk compacter und ohne Trübung filtrierbar zu haben. Man lässt dann das Kölbchen erkalten und füllt es bis zur Marke mit destilliertem Wasser. Das Wasser aus dem Kölbchen wird filtriert; von dem klaren Filtrat werden 200 cm^3 in eine größere, weithalsige Kochflasche gebracht, mit 10 bis 15 cm^3 concentrirter reiner Schwefelsäure versetzt und bis auf 60° C. erwärmt. Darauf fügt man so lange eine titrierte Chamäleonlösung zu, bis eine bleibende schwache Röthung entsteht.

Da von den 300 cm^3 Flüssigkeit nur 200 für die letzte Bestimmung verwendet werden, so muss man die dabei verbrauchten Kubikcentimeter Chamäleonlösung mit $1^1/_2$ multiplicieren, um die zur Oxydation der gesammten überschüssig hinzugesetzten Oxalsäure nöthige Menge Chamäleonlösung zu erfahren.

Durch einen Vorversuch muss der Wert der Concentration der Chamäleonlösung ermittelt werden, um zu erfahren wie viel von derselben nöthig ist, damit 25 cm^3 der $^1/_{10}$ Normaloxalsäure vollständig oxydiert werden.

25 cm^3 der $^1/_{10}$ normalen Oxalsäurelösung genügen genau zur Ausfällung von 0.070 *g* Kalk (Calciumoxyd) und werden zugleich durch eine bestimmte und bekannte Chamäleonlösung oxydiert, die letztere entspricht daher ebenfalls 0.070 *g* Kalk.

Um den Kalkgehalt des Wassers zu finden, zieht man die Menge Chamäleonlösung, welche durch die von dem vorhandenen Kalk nicht gebundene Oxalsäure reduciert wurde, von der zur Oxydation von 25 cm^3 Oxalsäure erforderlichen Menge Chamäleonlösung ab; die in 100.000 Theilen Wasser enthaltenen Theile Kalk berechnen sich darnach aus dem einfachen Ansatze $G : D = 70 : x$, wobei G die Anzahl der zur Oxydation von 25 cm^3 $^1/_{10}$ normaler Oxalsäurelösung nöthigen Kubikcentimeter Chamäleonlösung bedeutet, D aber die Differenz zwischen dieser und derjenigen Chamäleonlösung bezeichnet, welche zur Oxydation der in den 300 cm^3 Flüssigkeit überschüssig vorhandenen Oxalsäure verwendet wurde.

Bestimmung der Magnesia.

Magnesiasalze werden durch phosphorsaures Natron bei Gegenwart von Ammon und Ammonsalzen vollständig als basisch-phosphorsaure Ammon-Magnesia gefällt und letzteres Salz wird durch Glühen in phosphorsaure Magnesia übergeführt.

Bei Ausführung des Verfahrens wird das Filtrat von dem oxalsauren Calcium mit Salmiak, Ammon und phosphorsaurem Natron versetzt, der gebildete Niederschlag auf einem Filter nach 12 Stunden gesammelt, mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen, geglüht und gewogen. Er stellt pyrophosphorsaure Magnesia dar. Je ein Theil derselben entspricht 0·36 Theilen Magnesia.

Auch maß-analytisch kann die Magnesia bestimmt werden, indem man den Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia in Essigsäure löst und mit essigsaurem Uranoxyd in der Wärme titriert. Es bildet sich ein Niederschlag von phosphorsaurem Uranoxyd. Man nimmt von Zeit zu Zeit einen Tropfen heraus auf eine Porzellanplatte und lässt einen Tropfen Ferrocyankalium zufließen. Eine bräunliche Färbung zeigt alsdann, dass eben etwas Uranoxyd mehr zugesetzt ist, als zur Ausfällung der Phosphorsäure der Lösung nothwendig war. Aus der Phosphorsäuremenge lässt sich dann die Magnesia berechnen.

Bestimmung des Chlors.

Zur gewichts-analitischen Bestimmung werden 200 cm^3 Wasser mit Salpetersäure angesäuert und kochend so lange mit einer Lösung von salpetersaurem Silber versetzt, als noch ein Niederschlag erfolgt. Das gefällte Chlorsilber wird auf einem Filter gesammelt, mit heißem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. 113·5 Chlorsilber entsprechen 35·5 Chlor

Die Chlorbestimmung kann in Trinkwässern in genauer Weise und bequem mittelst einer Lösung von salpetersaurem Silber maß-analytisch vorgenommen werden (Mohr'sche Methode).

Das Princip der Methode besteht darin, dass salpetersaures Silber aus neutralen Flüssigkeiten, welche neben Chlorverbindungen etwas gelbes chromsaures Kali gelöst enthalten, zuerst alles vorhandene Chlor als weißes Chlorsilber und erst hierauf die Chromsäure als tiefrothes chromsaures Silber ausfällt. So lange daher durch Zusatz der Silberlösung in der Flüssigkeit noch immer ein rein weißer Niederschlag bemerkbar ist, ist noch nicht alles Chlor an Silber gebunden; der erste Tropfen Silberlösung jedoch, welcher der Flüssigkeit eine schwach fleischrothe Farbe ertheilt, die auch nach dem Umrühren nicht verschwindet, zeigt den Moment an, in welchem alles Chlor ausgefällt ist. Aus der Menge der bis dahin verbrauchten Silberlösung für eine bestimmte Menge Wassers lässt sich nach dem Äquivalentenverhältnisse die Menge des in demselben enthaltenen Chlors berechnen Man löst zur Herstellung der Silberlösung 29.063 *g* geschmolzenes Silbernitrat zu einem Liter. Ferner wiegt man 1 *g* schwach geglühtes Chlorkalium oder Steinsalz ab und verdünnt auf 100 cm^3, davon werden 20 cm^3 genommen, in einem Becherglas mit einigen Tropfen einer Lösung von einfach chromsaurem Salz versetzt und von der Silberlösung zufließen gelassen, bis Rothfärbung eintritt. Da nun 20 cm^3 Lösung 0·20 *g* *ClNa* enthielten, lässt sich leicht berechnen, wie viel 1 cm^3 der Silberlösung *ClNa* oder *Cl* entspricht. In der Regel wird 1 cm^3 der Silberlösung 10 *mg* *ClNa* entsprechend. Je nach dem Chlorgehalte verwendet man 20 bis 100 cm^3 des Wassers, eventuell muss das Wasser vorher etwas eingedampft und concentriert werden.

Durch die Mohr'sche Methode wird der Chlorgehalt in manchen Fällen zu hoch gefunden, da auch andere Substanzen sich finden, welche in neutraler Lösung von Silber gefällt werden; doch wird wohl nur selten für das Wasser die Anwendung anderer Methoden nöthig werden.

Schwefelsäure.

Die quantitative Bestimmung dieses Bestandtheiles der Trinkwässer dürfte sich nur in seltenen Fällen für die hygienische Praxis als nothwendig herausstellen. Man lasse ihr jedesmal die qualitative Prüfung vorausgehen, indem man in einer gewöhnlichen Proberöhre einige Kubikcentimeter des fraglichen, durch einige Tropfen Salzsäure angesäuerten Wassers mit einer Chlorbaryumlösung versetzt. Tritt hierdurch nach längerem Stehen keine Veränderung oder nur eine sehr geringe Trübung ein, so ist eine quantitative Ermittelung im Allgemeinen bei hygienischen Untersuchungen nicht nöthig.

Ist aber ein bedeutenderer Niederschlag von schwefelsaurem Baryt entstanden, und will man den Gehalt an Schwefelsäure im Wasser genau kennen, so kann man je nach den zu Gebote stehenden Hilfsmitteln die Bestimmung der Schwefelsäure am besten in folgender Weise ausführen.

200 cm^3 des zu untersuchenden Wassers oder mehr, nachdem bis auf dieses Volumen eingedampft wurde, werden mit Salzsäure angesäuert, in einem Becherglase zum Sieden erhitzt und so lange aus einer Bürette mit tropfenweise zugesetzter Chlorbaryumlösung versetzt, als noch ein Niederschlag erfolgt; großer Überschuss von Chlorbaryum ist möglichst zu meiden. Nach dem Absetzen wird die klare Flüssigkeit durch ein kleines Filter gegossen, dann der Niederschlag mit heißem Wasser aufgerührt, aufs Filter gebracht und erst mit verdünnter Salzsäure, dann mit heißem Wasser ausgewaschen. Nach dem Trocknen wird das Filter in der beim Kalk angegebenen Weise verbrannt. Durch Wägen des geglühten Niederschlages erhält man die Menge des gebildeten schwefelsaurem Baryts, aus dem sich die darin enthaltene Schwefelsäure berechnet, da 233 Theile schwefelsaurer Baryt 98 Theilen Schwefelsäurehydrat entsprechen.

Kohlensäure.

Die sogenannte halbgebundene und die ganz freie Kohlensäure werden zusammen durch ein einfaches, von Pettenkofer angegebenes Verfahren bestimmt, indem man zu Wasser eine Barytlösung von bekanntem Gehalt zusetzt, unter Zugabe von Chlorammonium und Chlorbaryum, und die Veränderung der Alkalescenz prüft. Es wird kohlensaures Baryt gefällt; die Monocarbonate stören bei der Bestimmung nicht, obschon ihre Kohlensäure durch den Baryt zur Fällung gelangt; es wird dafür genau ein Äquivalent einer anderen Basis, z. B. Kali, Natron etc., in Freiheit gesetzt und die Alkalescenz nicht geändert. Die Bicarbonate und freie Kohlensäure werden durch die Verminderung der Alkalescenz erkannt.

Die Bestimmung wird in folgender Weise ausgeführt: 100 cm^3 Wasser werden in eine trockene Flasche gebracht und 3 cm^3 einer nahezu gesättigten Chlorbaryumlösung und 5 cm^3 einer gesättigten Salmiaklösung zugesetzt, alsdann 45 cm^3 titriertes Barytwasser hinzugegeben, die Flasche geschlossen und ordentlich durchgeschüttelt. Man lässt ruhig zum Absenken des CO_3Ba stehen. Die Flasche enthält 150 cm^3 Flüssigkeit, davon hebt man 50 cm^3 klar ab und titriert nach früher (Seite 32) gegebenen Regeln.

Freie Kohlensäure wird nach Pettenkofer im Wasser schon durch Zusatz von Rosolsäure erkannt. Färbt sich letztere gelb, so ist freie Säure vorhanden. Mit den Bicarbonaten aber verbindet sich die Rosolsäure unter Rothfärbung.

Salpetrige Säure.

Die salpetrige Säure ist im Stande, aus Jodverbindungen Jod auszuscheiden; letzteres lässt sich entweder durch Schütteln mit Schwefelkohlenstoff an der röthlich braunen Farbe oder durch Blaufärbung von Stärkekleister erkennen.

Die auf salpetrige Säure zu untersuchende Flüssigkeit wird mit Jodkaliumhaltigem Stärkekleister versetzt, sodann um die salpetrige Säure in Freiheit zu setzen, mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert. Die Bereitung des Jodkalium-Stärkekleisters wurde schon Seite 17 angegeben. An Stelle von Jodkalium verwendet man vielfach auch Jodzink als Reagens. Die Probe ist sehr empfindlich und lassen sich noch geringere Mengen salpetriger Säure als der millionste Theil eines Milligrammes nachweisen. Die Prüfung des Jodzink- oder Jodkalium-Stärkekleisters hat eine Reihe von Fehlerquellen. Das Sonnenlicht färbt die mit Schwefelsäure versetzte Jodzinkstärke schon innerhalb 10 Minuten, auch bei Abwesenheit von salpetriger Säure. Will man also, was zur Auffindung kleinster Spuren nothwendig ist, einige Zeit zuwarten, ehe man die Probe auf salpetrige Säure als negativ betrachtet, so muss das Proberöhrchen vor Sonnenlicht geschützt werden.

Da aber die im Trinkwasser häufig spurenweise vorkommenden Eisenverbindungen im Stande sind, die Jodzinkstärke zu zersetzen und Bläuung des Stärkekleisters hervorzurufen, ist die Methode nicht unter allen Verhältnissen zuverlässig.

Man verwendet in neuerer Zeit zum Nachweis der salpetrigen Säure das Metadiamidobenzol $C_6H_4 \begin{cases} NH_2 \\ NH_2 \end{cases}$, welches in mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) oder mit essigsaurem Ammoniak versetztem Wasser in Triamidoazobenzol (Phenylenbraun) übergeht. In dünnster Schicht ist übrigens der Farbenton nicht braun, sondern schön goldgelb.

Auch die Metadiamidobenzollösung soll vor Licht geschützt werden, da sonst eine Braunfärbung eintritt; doch ist die Lösung nicht so empfindlich gegen Licht, wie die Jodzinkstärke.

Noch empfindlicher ist folgende gleichfalls von Peter Gries angegebene von Andern modificierte. Man versetzt 10*cc* des zu untersuchenden Wassers mit 0·5*cc* eine Mischung von 4 Thl. Eisessig und 3 Thl. Ammoniak und gibt ein Gemenge von α — Naphthylamin (1 : 1000 mit etwas Schwefelsäure) und Sulfanilsäure (4 : 1000) zu. (Wurster, Lunge) bei Gegenwart von salpetriger Säure färbt sich die Flüssigkeit prachtvoll roth.

Zur quantitativen Bestimmung der salpetrigen Säure im Trinkwasser kann nur eine colorimetrische, d. h. auf die Färbekraft der Reaction basierende Methode verwendet werden, da die geringen Mengen vorhandener salpetriger Säure einer anderweitigen Bestimmungsart sich entziehen (Preuße und Tiemann).

Die Ausführung der Bestimmung ist sehr einfach, wenn man über eine Lösung von salpetrigsaurem Salze von bekanntem Gehalt verfügt; doch halten sich dieselben nicht und müssen häufig controliert werden.

Am bequemsten löse man 2·5 *g* geschmolzenes salpetrigsaures Kali zu 100 cm^3, 10 cm^3 dieser Lösung werden zu einem Liter verdünnt und von dieser Lösung sodann ein Theil nach dem Ansäuern mit verdünnter Schwefelsäure mittelst einer Lösung von übermangansaurem Kali, welche im Liter 0·3163 *g* reines Salz enthält, titriert, bis eben die rothe Farbe des übermangansaurem Kalis in der Flüssigkeit erhalten bleibt. Die Lösungen zeigen übrigens die unangenehme Eigenschaft des „Nachbleichens“, d. h. die rothe Farbe schwindet nach einigem Stehen. Es erscheint am zweckmäßigsten, nach einer bestimmten Zeit (15 bis 20 Minuten) die Analyse in allen Fällen zu beendigen.

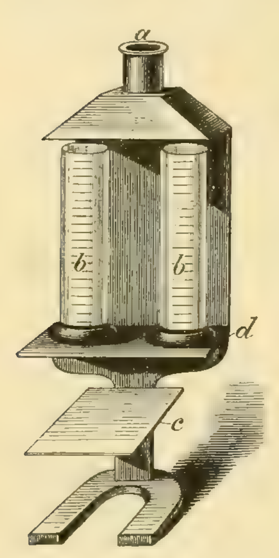


Fig. 134.

Die Lösung des übermangansauren Kalis wird mittelst eines Eisensalzes auf seinen Gehalt noch genauer untersucht und bestimmt, wie vielen Milligramm Eisen 1 cm^3 der Lösung entspricht; diese Zahl multipliciert mit 0·337 ergibt dann den Wert für Salpetrigsäureanhydrid. Noch besser ist es, wenn Silbernitrit zur Verfügung steht, mittelst mittelst dieses Salzes direct den Wert der Chamäleonlösung festzustellen.

Mit Hilfe der Vergleichsflüssigkeit, welche man bereitet hat, ist es dann leicht, den Gehalt an salpetriger Säure zu finden. In Probiercylinder werden verschiedene Mengen von salpetrigsaurer Lösung gebracht (0·1, 0·2 cm^3 u. s. w.) und dann jedem derselben so viel von dem destillierten Wasser zugesetzt, bis jenes Volum, welches man verwenden will (z. B. 10, 20, 30 cm^3) erreicht ist. Alsdann fügt man je 1 cm^3 verdünnte Schwefelsäure und 1 bis 2 cm^3 einer 0·5-procentigen Metadiamidobenzollösung hinzu.

Das zu untersuchende Wasser wird ebenso behandelt und dann mit den Reagensröhrchen verglichen. Die Methode gibt die besten Resultate, wenn der Gehalt an salpetriger Säure zwischen 0·03 und 0·003 *mg* für 100 cm^3 sich hält.

An Stelle der Reagensröhrchen bedient man sich wie überhaupt bei allen colorimetrischen Methoden am bequemsten eines Colorimeters nach Wolff (Fig. 134). Auf einem, an einem Stative befestigten Tischchen *d* stehen die beiden zu dem Versuche benöthigten graduierten Cylinder *b*, die an der Bodenfläche von einer völlig weißen abschraubbaren Glasplatte abgeschlossen sind und seitlich nahe dem Boden je einen Ablasshahn besitzen (der in der Zeichnung weggelassen wurde).

Der Boden des Tischchens *d* ist an der Stelle, an welcher die Cylinder zu stehen kommen, durchbrochen, so dass Licht von dem Spiegel *c* durch die Cylinder fallen kann. Über den beiden Cylindern ragt ein kleines Dach hervor, welches das Ocular *a* und Prismen enthält. Letztere vereinigen die beiden Bilder von *b* so, dass dem Auge bei *a* das Gesichtsfeld in zwei Theile getrennt erscheint, welche aber unmittelbar aneinander grenzen.

Ist die Lichtmenge zu groß, so kann man bei *c* an Stelle des Planspiegels eine Milchglasplatte auflegen; eben zu demselben Zwecke hat man in der Regel bei *a* auch eine Revolverblende angebracht, die ein Rauchglas enthält und beliebig ein- wie ausgeschaltet werden kann.

Die colorimetrische Messung ist nun einfach auszuführen; man stelle zunächst das Instrument so auf, dass ein über *a* befindliches Auge die beiden Gesichtsfeldhälften gleich erleuchtet sieht.

Dann bringt man in *b* die Probeflüssigkeit und in den anderen Cylinder die zu prüfende Bei Ungleichheit der Farben wird durch den Glashahn von der stärker gefärbten

Flüssigkeit abfließen, bis Farbengleichheit eintritt; man schüttet die abgelassene Flüssigkeit zurück und wiederholt den Versuch öfter. Die verwendeten Flüssigkeiten müssen ganz frei von jeglicher Trübung sein.

Die Berechnung ist äußerst einfach: der Gehalt an wirksamen Stoffen muss offenbar umgekehrt proportional der Höhe der angewendeten Schicht sein. Haben wir die Probeflüssigkeit bis auf die halbe Höhe des Cylinders ablaufen lassen, ehe Farbengleichheit entstand, so muss die Concentration der untersuchten Flüssigkeit gerade die Hälfte der Flüssigkeit sein.

Die Herstellung einer Probeflüssigkeit ist immer mit Zeitaufwand verbunden: man man kann denselben ganz vermeiden, wenn man sich gefärbte Glasplatten hält, welche ein- für allemal mit einer Probeflüssigkeit verglichen worden sind. An Stelle des Probecylinders wird dann nur die Glasplatte bei *d* eingelegt, deren Wirkungswert genau bekannt ist (Rubner).

Salpetersäure.

Für die Beurtheilung eines Wassers kann oft der bloße qualitative Nachweis des Vorhandenseins von Salpetersäure von Interesse sein. Sind in einem Wasser nur sehr geringe Mengen von salpetersauren Salzen vorhanden, so können diese in dem Wasser, ohne es einzudampfen, entweder gar nicht oder nur mit den überaus empfindlichen Reactionen, die unten angeführt sind, nachgewiesen werden.

Meist wird es zum Zwecke des Nachweises der Salpetersäure erforderlich sein, eine größere Menge des Wassers entweder bis auf einen geringen Rest oder bis zur Trockne einzudampfen und mit dem Rückstand die Reactionen vorzunehmen.

Die wichtigsten Reactionen auf Salpetersäure sind:

1. Mit Eisenvitriol und concentrierter Schwefelsäure. Salpetersäure, wenn sie aus ihren Verbindungen durch einen Überschuss von concentrierter Schwefelsäure verdrängt wird, zerfällt bei Gegenwart von Wasser in niedrigere Oxydationsstufen des Stickstoffes, es bildet sich Stickstoffperoxyd, das von der Eisenlösung mit dunkler Farbe aufgenommen wird. Bei erheblichen Mengen von Salpetersäure entweichen auch gelbliche Dämpfe der zersetzten Salpetersäure.

Die Probe wird in der Weise vorgenommen, dass man das zu untersuchende Wasser mit dem gleichen Volum concentrierter Schwefelsäure versetzt und nach dem Erkalten vorsichtig eine kaltgesättigte Lösung von Eisenvitriol oder einige Stückchen davon in Substanz zugibt. Bei Anwesenheit von Salpetersäure entsteht eine rothbraune Grenzschicht, später eine bräunliche Färbung der Flüssigkeit und wenn die Menge der Salpetersäure eine erhebliche ist, so entwickeln sich auch die oben erwähnten Dämpfe.

2. Fügt man zur Auflösung eines salpetersauren Salzes etwas Schwefelsäure und so viel Indigolösung, dass die Flüssigkeit deutlich hellblau erscheint, und erhitzt die Mischung zum Kochen, so verschwindet die blaue Farbe, wenn man nicht zuviel Indigo zugesetzt hat, indem sich der Indigo auf Kosten des Sauerstoffes der durch die Schwefelsäure freigemachten Salpetersäure oxydiert. Die Flüssigkeit wird schwach gelblich oder farblos. Ebenso wirkt aber auch die salpetrige Säure.

3. Löst man etwas Brucin in concentrierter, völlig reiner Schwefelsäure und fügt ein wenig einer Salpetersäure enthaltenden Flüssigkeit zu, so färbt sich die Lösung sofort prächtig roth.

4. Einige Tropfen einer Lösung von Carbolsäure in vier Theilen concentrierter Schwefelsäure und zwei Theilen Wasser werden auf den Abdampfrückstand des völlig zur Trockne gebrachten Wassers gefügt; bei Gegenwart von Salpetersäure entsteht eine braunrothe Farbe, die bei Zusatz von Ammon grün und dann gelb wird. Diese Reaction wird durch die kleinsten Mengen von Salpetersäure hervorgerufen und oft gelingt sie mit dem Rückstande weniger Tropfen des Wassers. Sie soll noch 0·0000004 *g* Salpetersäure erkennen lassen.

5. Anilinsalze werden bei Gegenwart von concentrierter Schwefelsäure durch Salpetersäure, auch wenn sie nur in ganz geringer Menge vorhanden sind, in Nitranilin umgewandelt, welches sich in der Schwefelsäure mit rother Farbe löst.

Man nimmt die Probe am besten so vor, dass man in einer Proberöhre zu der auf Salpetersäure zu untersuchenden Flüssigkeit zuerst einige Tropfen einer Anilinlösung, welche durch Eintragen je eines Tropfens käuflichen Anilins und reiner concentrierter Schwefelsäure in 100 cm^3 destillierten Wassers bereitet wurde, eingießt und dann, ohne zu schütteln, concentrierte Schwefelsäure in einer dem zu untersuchenden Wasser gleichen Menge hinzufügt. Die geringsten Spuren von Salpetersäure rufen eine Rothfärbung an der Grenzzone zwischen Wasser und Schwefelsäure hervor.

6. Diphenylamin $(C_6H_5)_2NH$ gibt mit salpetrigsauren wie mit salpetersauren Salzen, unter Zusatz von concentrirter Schwefelsäure eine intensive Blaufärbung. Man gibt eine kleine Menge Diphenylamin und einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure auf einen Porzellantiegeldeckel und fügt einen Tropfen des zu untersuchenden Wassers hinzu; bei sehr geringen Mengen von salpetersauren Salzen wird der Trockenrückstand des Wassers zur Prüfung zu verwenden sein. Die blaue Farbe der Reaction verschwindet namentlich bei kleinen Mengen von Salpetersäure sehr rasch, weshalb man vorsichtig auf das Auftreten der Farbe zu achten hat.

7. Auch Zinkjodid oder Jodkaliumstärkekleister lassen sich zum Nachweis von Salpetersäure verwenden, wenn man die letztere durch Zusatz von Zink- und Schwefelsäure in salpetrige Säure überführt. Bei sehr lange dauernder Einwirkung des reducierenden Mittels wird aber Ammoniak erzeugt.

Zum Nachweis der salpetrigen Säure neben Salpetersäure kann man sich der Reaction mit Metaphenylendiamin unter Zuhilfenahme der Reduction bedienen. Nimmt die Farbenreaction unter dem Einfluss der Reduction zu, so ist neben salpetrigsauren Salzen auch Salpetersäure vorhanden.

Zur quantitativen Bestimmung der Salpetersäure empfehlen sich nachfolgende zwei Methoden, und zwar die unter 1 beschriebene wegen der Einfachheit und Raschheit der Ausführung und die unter 2 erwähnte wegen ihrer grösseren Genauigkeit.

a) Massanalytische Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure mittelst Indigo.

Das Princip, auf das sich diese Methode stützt, ist bereits bei Besprechung der qualitativen Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure mit Indigo berührt worden. Es ist begreiflich, dass man, je mehr Salpetersäure in der Flüssigkeit ist, desto mehr Indigolösung wird zusetzen müssen, bis die Mischung endlich blau bleibt. Demnach ist die bleibende Blaufärbung hier als Endreaction zu betrachten; denn scheint die Flüssigkeit blau bleibt, ist es ein Zeichen, dass keine Salpetersäure mehr in der Flüssigkeit vorhanden ist.

Zur Bereitung der Indigolösung verwendet man Indigokarmin, wie er im Handel vorkommt. Die Indigolösung muss stets nach Bedarf bereitet werden, wobei dieselbe jedesmal zu filtriren ist, um etwa ungelöste Klumpen zurückzuhalten. Endlich ist diese Lösung auf ihren Wert immer durch eine Salpetersäurelösung von bekannter Concentration zu prüfen.

Es ist aber sehr leicht, eine Lösung von bekanntem Salpetersäuregehalte zu bereiten; denn in 101·2 Salpeter sind 63 Salpetersäure enthalten, mithin in 160 Salpeter 100 Salpetersäure. Nimmt man daher 160 *mg* Salpeter mit 100 cm^3 destillirtem Wasser auf, so enthält jedes Kubikcentimeter dieser Lösung gerade 1 *mg* Salpetersäure.

Die Salpetersäure ist nun im Wasser nicht als solche enthalten, sondern darin an Basen gebunden; aber selbst wenn sie frei wäre, so würde die immer nur geringe Menge derselben nicht übermässig die zugegebene Indigolösung oxydieren und entfärben. Wird jedoch die Mischung wenigstens mit der doppelten Menge concentrirter Schwefelsäure versetzt, so wird der Process der Oxydation durch die starke Erwärmung rasch und vollständig durchgeführt.

Richtige und untereinander vergleichbare Bestimmungen werden nur dann erhalten, wenn man stets unter gleichen Bedingungen, bei gleicher Zeitdauer, bei demselben Säureverhältnis und namentlich bei ein und derselben Temperatur arbeitet. Die Anwesenheit von Chloriden im Wasser steigert die Schärfe der Reaction; fehlen dieselben, so ist es zweckmässig, etwas Kochsalzlösung hinzuzufügen.

Um die Stärke der Indigolösung zu ermitteln, vermischt man in einem 100 bis 150 cm^3 fassenden Kochkölbchen 1 cm^3 der Salpetersäurelösung mit 25 cm^3 destillirtem Wasser und 1 cm^3 einer einprocentigen Kochsalzlösung und setzt rasch 50 cm^3 reiner concentrirter Schwefelsäure zu. Dadurch erwärmt sich das Gemisch so bedeutend, dass ein Erwärmen überflüssig ist. Unter fortwährendem Schütteln des Kolbens wird nun zu dieser Flüssigkeit von der eben bereiteten und filtrirten Indigolösung (Indigokarmin in Wasser aufgelöst) aus einer Burette, ohne lange zu zögern, so lange zugesetzt, bis die letzten Tropfen nicht mehr verschwinden, sondern einen bläulichgrünen, gleichmässigen Farbenton in der Flüssigkeit hervorrufen, dessen Auftreten anzeigt, dass eben alle vorhandene Salpetersäure durch die hinzugefügte Indigolösung zerstört worden ist. Der Versuch wird nochmals wiederholt, wobei aber die Indigolösung in einem Strahle, ohne

Unterbrechung, in die Flüssigkeit eingegossen; meistens wird jetzt wegen der raschen Manipulation noch nicht Grünfärbung eingetreten sein, sondern man wird noch etwas Indigolösung zufügen müssen, um die Endreaction zu erreichen. Das letztere Resultat ist das richtige. Betrug die Zahl der bis zum Eintritt der Grünfärbung verbrauchten Kubikcentimeter weniger als 10, so ist es zweckmäßig, die Indigolösung so zu verdünnen, dass je 10 cm^3 derselben 1 *mg* salpetriger Säure anzeigen. Man hat dann eine bequeme Rechnung.

Das auf Salpetersäure zu untersuchende Wasser (25 cm^3) wird genau so behandelt, nur wird keine Salpeterlösung zugefügt.

Aus der bis zum Eintritte der gleichmäßigen, bleibenden, grünen Färbung der Flüssigkeit verbrauchten Menge der Indigolösung kann nach dem Vorigen die Menge Salpetersäure, die sich in den 25 cm^3 verwendeten Wassers befand, berechnet werden.

Hätte man z. B. auf 25 ccm^3 destillierten Wassers, denen 1·0 *mg* Salpetersäure zugesetzt worden waren, 10 cm^3 Indigolösung bis zur Endreaction verbraucht, so entspricht 1 cm^3 gerade 0·1 *mg* Salpetersäure; wären dann von dieser Lösung auf 25 cm^3 untersuchten Wassers bis zur Endreaction 15 cm^3 nothwendig gewesen, so müssten darin $15 \times 0·1 = 1·5$ *mg* Salpetersäure enthalten sein.

Wohl ins Auge zu fassen ist bei dieser Bestimmung, dass das fragliche Wasser nicht mehr als 8 *mg* per 50 cm^3 an Salpetersäure enthalten darf, weil sonst die Flüssigkeit durch die Oxydationsproducte des Indigos (Isatin) zu stark sich färben und die Endreaction dadurch an Schärfe verlieren könnte. In diesem Falle wird das zu untersuchende Wasser mit destilliertem entsprechend verdünnt.

Bei dieser Methode treten weitere Ungenauigkeiten ein, wenn leicht oxydierbare organische Substanzen vorhanden sind, weil alsdann die in Freiheit gesetzte Salpetersäure nicht bloß auf den Indigo, sondern auch auf jene wirkt. Man kann diesen Fehler vermeiden, wenn die organischen Substanzen von der Salpetersäurebestimmung durch Chamäleonlösung (siehe unten) oxydiert werden.

b) Quantitative Bestimmung der Salpetersäure und salpetrigen Säure aus dem daraus entwickelten Stickoxyd.

Diese Methode ist die genaueste und auch bei Gegenwart von organischen Substanzen ausführbar. Sie beruht darauf, dass Salpetersäure, Chlorwasserstoff und Eisenchlorür (hergestellt durch Auflösen von Eisen in Salzsäure bei Luftabschluss) in Eisenchlorid und Stickoxyd zerfallen. Aus der Menge des zersetzten Eisenchlorürs oder des entwickelten Stickoxyds lässt sich somit die angewandte Salpetersäure berechnen.

Die Methode von Schlösing bestimmt das Stickoxyd. 100 bis 300 cm^3 Wasser werden in einer Schale auf etwa 50 cm^3 eingedampft und diese zusammen mit den abgeschiedenen Erdalkali-Carbonaten in ein etwa 150 cm^3 fassendes Kölbchen *A* (Fig. 135) gebracht und mit wenig destilliertem Wasser nachgespült. Der Kolben ist mit einem doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen und mit den beiden gebogenen Röhren *a b c* und *f g* versehen, von denen die erstere unterhalb des Stopfens zu einer nicht zu feinen Spitze ausgezogen ist. Die zweite schneidet genau mit der unteren Fläche des Stopfens ab. Bei *c* und *g* befinden sich Kautschukschläuche, die durch Quetschhähne verschlossen werden können. *B* ist eine mit 10procentiger Natronlauge gefüllte Glaswanne; *C* eine in $^1/_{10}$ cm^3 getheilte, enge, mit **ausgekochter** Natronlauge gefüllte Messröhre. Noch bequemer ist die Anwendung der von Zulkowsky angegebenen Doppelröhre zum Auffangen der Gase. Man kocht bei offenen Röhren das Wasser im Kölbchen *A* weiter ein und bringt gegen Ende der Operation das Rohr *f g h*, welches bei *h* einen Kautschukschlauch übergeschoben erhält, in die Lauge, so dass die Wasserdämpfe durch dieselben theilweise entweichen. Steigt dann beim Zudrücken des Schlauches *g* die Lauge schnell zurück, so schließt man denselben mit dem Quetschhahn und lässt die Dämpfe durch *a b c d* so lange entweichen, bis die Flüssigkeit im Kolben circa 10 cm^3 beträgt. Man schließt alsdann auch *c* und füllt *c d* mit Wasser. Hierauf wird die Röhre *C* über *f g h* geschoben und durch das entstandene Vacuum in *A* durch *a b c* 15 bis 20 cm^3 concentrierter Eisenchlorürlösung und darauf eine geringe Menge concentrierter Salzsäure eingesaugt. Jetzt wird der Kolben *A* gelinde erwärmt, und, sobald sich die Kautschukschläuche aufbauchen, der Hahn *g* durch den Finger so lange ersetzt, bis der Druck

stärker wird, worauf man das Gas nach C übersteigen lässt. Gegen Ende der Operation wird nochmals, um Reste des $N\,O$ überzutreiben $Cl\,H$ angesaugt, dann eingedickt und nun stärker erhitzt, wodurch das entwickelte Salzsäuregas sämmtliches Stickoxyd in die Röhre C treibt, während es selbst von der Natronlauge absorbiert wird. Nimmt dann das Volum in C nicht mehr zu, so entfernt man $g\,h$, bringt C in einen mit kaltem Wasser (15 bis 18° C.) gefüllten Cylinder und liest nach 20 Minuten das Volumen des Stickoxydes ab. Man reduciert dasselbe nach der Formel $v' = \frac{v\,(B - f)\,273}{(273 + t)\,760}$, worin B den Barometerstand, f die der Temperatur entsprechende Tension des Wasserdampfes, t die Temperatur und v das abgelesene Volumen bedeuten, auf 0° C. und 760 *mm* Barometerstand und berechne daraus die Menge der vorhandenen Salpetersäure. Das aus 1 mg^3 Salpetersäure entwickelte Stickoxyd nimmt bei 0° und 760 *mm* Barometerstand den Raum von 0·41 cm^3 ein; multipliciert man daher die Anzahl der reducierten Kubikcentimeter Stickoxyd mit 2·43, so erhält man die Anzahl der Milligramme Salpetersäure

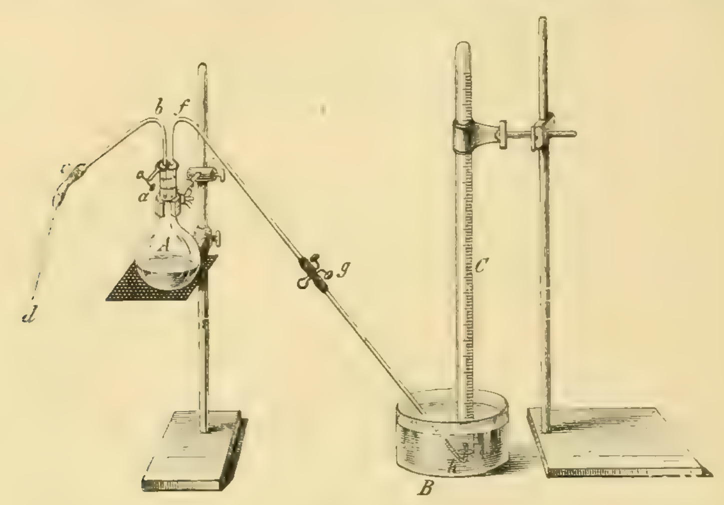


Fig. 135.

Nachweis des Ammoniaks.

Ammoniak wird qualitativ im Wasser am besten mittelst des Nessler'schen Reagens oder mittelst Lösungen von Sublimat und kohlensaurem Kali nachgewiesen.

Das Princip dieser Methode ist darauf begründet, dass Ammoniaksalze sowie viele nach dem Typus Ammoniak constituierte organische Verbindungen in neutralen oder alkalischen Lösungen mit Quecksilberjodid (und Quecksilberchlorid) eigenthümliche Ammoniumverbindungen liefern, in welchen Wasserstoffatome durch Quecksilberatome ersetzt sind und welche als unlösliche weiße oder gelbe Präcipitate in der Flüssigkeit zu Boden sinken oder in ihr bei spurenweisem Vorkommen längere Zeit suspendiert bleiben, wodurch dieselbe ein opalisierendes weißliches oder gelbliches Aussehen erhält.

Zur Bereitung des Nessler'schen Reagens werden 50 *g* Kaliumjodid in 50 cm^3 heißen destillierten Wassers gelöst und mit einer concentrierten heißen Quecksilberchloridlösung in solcher Menge versetzt, dass der dadurch gebildete rothe Niederschlag aufhört, sich wieder zu lösen (20 bis 25 *g* Quecksilberchlorid sind hierzu erforderlich). Man filtriert, vermischt mit einer Auflösung von 150 *g* Kaliumhydrat in 300 cm^3 Wasser, verdünnt auf 1 *l*, fügt noch eine kleine Menge (etwa 5 cm^3) der Quecksilberchloridlösung zu, lässt den Niederschlag sich absetzen und decantiert. Die Lösung muss in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. (Wenn sich nach längerer Zeit noch ein Bodensatz bildet, so hindert dies ihre Anwendung nicht.)

Die Sublimatlösung wird durch Auflösen eines Theiles Sublimat in 30 Theilen Wasser, die kohlensaure Kalilösung durch Auflösen eines Theiles reinen kohlensauren Kalis in 50 Theilen destillierten Wassers bereitet. Diese letzten zwei Lösungen werden getrennt aufbewahrt.

Zur Prüfung des Wassers auf einen etwa vorhandenen Ammongehalt werden 100 cm^3 Wasser mit einigen Tropfen des Nessler'schen Reagens versetzt. Sind auch nur Spuren von Ammoniaksalzen im Wasser, so entsteht (Zusatz des Nessler'schen Reagens) eine gelbliche bis röthliche Trübung, welche man bei sehr geringem Grade am besten in der Weise wahrnimmt, dass man durch die ganze Länge der Flüssigkeitssäule den Boden des Gefäßes betrachtet; wenn aber die das zweite Reagens zusammensetzenden Lösungen angewendet wurden, entstehen wolkige Bänder von reinweißer Farbe und das Wasser wird alsbald mehr oder weniger weißlich opalisierend. Hierbei soll von weniger Geübten niemals unterlassen werden, die gleiche Menge destillierten Wassers derselben Behandlung zum Vergleiche zu unterziehen und die Probe jedenfalls durch einige Zeit stehen zu lassen. Ist auch dann nichts von einer Trübung zu bemerken, so ist die gänzliche Abwesenheit von Ammon erwiesen. Bei sehr harten Wässern ist es nothwendig, zuerst durch eine Lösung reinen kohlensauren Natrons den Kalk und die Magnesia niederzuschlagen, hierauf die Flüssigkeit zu filtrieren und das Filtrat mit dem Nessler'schen Reagens zu prüfen. Harte Wässer geben nämlich mit Nessler'schem Reagens eine Fällung von Kalk und Magnesia, welche die gelbliche Farbe der Flüssigkeit in sich concentriert und von minder Geübten auf Rechnung bedeutender Ammonverbindungen gesetzt werden könnte.

Quantitative Bestimmung des Ammoniaks.

Für die quantitative Bestimmung des Ammoniaks können verschiedene Methoden gewählt werden, welche auch auf verschiedenen Principien beruhen; vollkommen ausreichend sind folgende:

1. Die Methode von Frankland und Armstrong benützt das Nessler'sche Reagens und ist eine colorimetrische. Sie ist die einfachste und bequemste und genügt vollständig, wenn es sich nur um einen geringen, mäßigen Ammoniakgehalt handelt.

2. Bei der Methode von Miller wird das Ammoniak durch Destillation des mit Soda versetzten Wassers isoliert und im Destillat auf vergleichend colorimetrischem Wege bestimmt. Die Miller'sche Methode ist besonders zur Bestimmung kleinster Quantitäten von Ammoniak geeignet, sie ist aber umständlicher und nicht ganz fehlerfrei, weil die Bildung von Ammoniak beim Destillieren und Verdampfen des Wassers möglich ist und nicht selten Spuren von Ammoniak an den Destillationsgefäßen an und für sich haften.

a Directe Bestimmung.

Durch das Nessler'sche Reagens wird ein Wasser um so stärker getrübt und gefärbt, je reicher an Ammoniak es ist. Wenn bei gleicher Behandlung zweier Wasserproben durch den Zusatz gleich großer Mengen von Nessler'schem Reagenz die hierdurch entstehende Färbung und Trübung beiderseits gleich ist, so kann man annehmen, dass beide Wasserproben gleich viel Ammoniak enthalten. Hierauf beruht die colorimetrische Bestimmung des Ammoniaks im Wasser. Man benöthigt dazu einer Ammonlösung von bekanntem Gehalt, und zwar zweckmäßig einer solchen, die in 1 cm^3 0·01 *mg* Ammon enthält. Diese Lösung wird durch Auflösung von 3·147 *g* reinen, fein gepulverten und bei 100° getrockneten Ammoniumchlorids in 1 *l* ammonfreien Wasser bereitet. 1 cm^3 dieser Lösung enthält 1 *mg* Ammoniak. Für die Zwecke des Versuches werden 50 cm^3 dieser concentrierten Lösung zu 1 *l* verdünnt. 1 cm^3 der verdünnten Lösung enthält darnach $\frac{50}{1000} = 0{\cdot}05\ mg$ Ammoniak.

Die Farbenunterschiede werden am besten wahrgenommen, wenn die Lösung zwischen 0·1 und 0·005 *mg* NH_3 in 100 *cm* Wasser enthält. Wasser mit mehr Ammoniak sind zu verdünnen, schwächere zu destillieren.

Die Bestimmung wird in folgender Weise ausgeführt: 300 cm^3 Wasser werden in einem Glascylinder mit 2 cm^3 Natriumcarbonat und 1 cm^3 Aetznatron versetzt, der Cylinder geschlossen und nun geschüttelt. Man lässt alsdann einige Stunden zum Absetzen des Niederschlags stehen. Alsdann wird die klare Flüssigkeit abgehoben.

100 cm^3 dieses Wassers kommen nun in den Cylinder des Colorimeters (s. S. 328) und werden mit 2 cm^3 Nesslers Reagenz versetzt. Die Farbe darf nur gelblich, nicht rothbraun sein.

Als Probeflüssigkeit zum Vergleiche verwendet man 100 *cm*[3] ammoniakfreies destilliertes Wasser, dem man 2 *cm*[3] der obengenannten verdünnten Salmiaklösung und 2 *cm*[3] Nesslers Reagenz hinzufügt. Die Mischung wird in den zweiten Cylinder des Colorimeters gebracht und nun durch Ablassen des einen oder des anderen Cylinders auf Farbengleichheit gebracht. Mit Vortheil verwendet man auch hierbei an Stelle des Probecylinders gefärbte Glasplatten, deren Färbekraft mit einer Probeflüssigkeit von bestimmtem Gehalt an Ammoniak verglichen worden ist (Rubner).

b) Mittelst der Destillation.

500 *cm*[3] werden unter Zusatz von 3 *cm*[3] ammoniakfreier Sodalösung in einer Retorte möglichst rasch destilliert. Das Destillat wird in drei engen 100 *cm*[3] fassenden Cylindern, wie man sie zur Colorimetrie verwendet, angefüllt. Sobald der erste Cylinder bis zur Marke vollgelaufen ist, vertauscht man ihn mit dem zweiten, und wenn dieser voll ist, vertauscht man ihn mit dem dritten. Der gesammte Ammoniakgehalt des Wassers ist gewöhnlich in den zuerst übergegangenen 200 *cm*[3] des Destillates enthalten, nur sehr selten findet man auch in den dritten 100 *cm*[3] noch Spuren dieses Körpers. Die Bestimmung des Ammoniakgehaltes in den ersten zwei Cylindern findet genau in der Weise statt, wie dies bei der Methode von Frankland und Armstrong beschrieben worden ist. Diese Methode ist besonders dann anzuwenden, wenn eine Concentration des Ammoniaks erwünscht ist. Das Destillat wird genau in der vorher angegebenen Weise untersucht.

Nachweis der Oxydierbarkeit des Wassers.

Für alle organischen Verbindungen irgend welcher Zusammensetzung ist es charakteristisch, dass sie durch Hitze verflüchtig werden, dass sie sich bald mehr, bald weniger leicht oxidieren lassen und dass, wenn hierbei genügend Substanzen vorhanden sind, die ihren Sauerstoff leicht abgeben, der Kohlenstoff zur Kohlensäure, der Wasserstoff zu Wasser verbrannt und der etwaige Stickstoff entweder als solcher oder in Form von Ammoniak abgeschieden wird.

Auf diesen Eigenschaften beruhen auch die Methoden ihrer Bestimmung im Wasser.

Um organische Substanzen nur qualitativ nachzuweisen, kann man etwa 100 *cm*[3] Wasser unter Abhaltung von Staub eindampfen und den Rückstand glühen. Er schwärzt sich, wenn er organische Substanzen enthält, entsprechend. Entwickelt sich beim Glühen ein Geruch nach verbranntem Horn, so deutet das auf Stickstoffgehalt der organischen Substanzen. Zu bemerken ist, dass manche flüchtigen organischen Substanzen beim Erhitzen keine Schwärzung erzeugen und sich deshalb bei dieser Prüfung der Beobachtung entziehen können.

Kocht man das Wasser mit Substanzen, die leicht Sauerstoff abgeben, wie Goldchlorid, ammoniakalische Silberlösungen oder namentlich mit übermangansauren Salzen, so werden die organischen Stoffe oxydiert; es erleidet aber auch der zu ihrer Oxydation verwendete Körper bei diesen Vorgängen eine Veränderung, welche durch Hervortreten sinnfälliger Eigenschaften charakterisiert ist. So werden lösliche alkalische Silberlösungen, wenn sie mit organischen Substanzen gekocht werden, vom frei ausgeschiedenen Metall schwarz, Goldverbindungen anfangs violett, dann auch schwarz, die tief purpurrothe Lösung von übermangansaurem Kali (Chamäleon) wird aber, venn genügende Mengen von organischen Substanzen vorhanden sind, ganz entfärbt, indem sich niedrigere Oxydationsstufen des Mangans bilden.

Da die gleichen Reactionen auch durch Eisenoxydulsalze, durch salpetrige Säure und Schwefelwasserstoff hervorgerufen werden, so haben diese Proben betreffs des Vorhandenseins organischer Substanzen im Wasser erst dann Beweiskraft, wenn die Anwesenheit der genannten Verbindungen ausgeschlossen ist.

Die obigen Reactionen geben über die Natur der organischen Substanz keinen Aufschluss. Doch kann man mit Hilfe einiger noch weiter vorzunehmender Reactionen einzelne Charaktere derselben näher bestimmen, was unter Umständen von Wichtigkeit sein kann.

Soll entschieden werden, ob die organischen Substanzen stickstoffhaltig sind, so kann man eine grössere Portion von Wasser unter Zusatz von Salzsäure abdampfen und den Trockenrückstand mit Natronkalk glühen. Entwickeln sich hierbei ammoniakalische Dämpfe, so deutet das auf Stickstoffgehalt der organischen Substanz. An stickstoffhaltigen

Verbindungen reiche Wasser charakterisieren sich auch dadurch, dass sie beim ruhigen Stehen in der Wärme bald faulen und dass sich in ihnen Infusorien und Pilze entwickeln.

Hat man Anlass, auf flüchtige fette Säuren zu untersuchen, so säuert man das Wasser mit Schwefelsäure an, destilliert es, fängt die sich hierbei verflüchtigenden Fettsäuren durch Barytwasser in der Vorlage auf, dampft das Destillat ein, zersetzt den hierbei bleibenden Rückstand durch Schwefelsäure, wobei sich der charakteristische Geruch nach Fettsäuren entwickelt.

Quellsäure und Quellsalzsäure wird dadurch nachgewiesen, dass man den durch Eindampfen erhaltenen Rückstand einer größeren Menge von Wasser eine Stunde lang mit Kali- oder Natronlauge behandelt, filtriert, mit Essigsäure ansäuert, Ammon im Überschuss zufügt, von dem hierbei sich bildenden Niederschlag Thonerde, Kieselerde abfiltriert, 12 Stunden lang stehen lässt, wieder Essigsäure bis zur sauren Reaction und dann eine Lösung von neutralem essigsaurem Kupferoxyd hinzugibt. Entsteht ein bräunlicher Niederschlag, so ist derselbe quellsalzsaures Kupferoxyd. Die von dem Niederschlage abfiltrierte Flüssigkeit versetzt man mit kohlensaurem Ammon, bis die grüne Farbe sich in eine blaue verwandelt hat und erwärmt. Entsteht ein bläulich grüner Niederschlag, so ist er quellsaures Kupferoxyd.

Bestimmung der Gesammtmenge der organischen Substanzen.

Die Bestimmung der Qualität der in einem Wasser vorhandenen organischen Materie ist von den Chemikern auf den verschiedensten Wegen versucht worden, allein die bis jetzt vorgeschlagenen Methoden entbehren der Schärfe und Zuverlässigkeit, welche für derartige Bestimmungen erforderlich sind.

Eine genaue Bestimmung der Gesammtmenge der organischen Substanzen ist bis jetzt nicht möglich.

Man möchte glauben, dass, wenn man den zum Zwecke der Bestimmung der Gesammtmenge fester Bestandtheile gewonnenen Trockenrückstand (siehe S. 322) bis zum constanten Gewicht glüht und dadurch die organischen Substanzen verbrennt, der so entstandene Glühverlust als Ausdruck der in dem Wasser enthaltenen Menge organischer Substanzen angesehen werden könnte. Es ist das jedoch selbst dann nicht der Fall, wenn man den beim Glühen zum Theil ätzend gewordenen Kalk durch kohlensaures Ammon wieder in kohlensauren Kalk überführt und demnach diesen Fehler vermeidet. Die Resultate, welche auf die Größe des Glühverlustes sich beziehen, bleiben immer ungenau, und zwar deshalb, weil man über den Zustand, in welchem sich die Magnesia in dem Trockenrückstand und wieder in dem Glührückstand befindet, nie völlige Sicherheit hat, indem die Kieselsäure bald mehr, bald weniger Kohlensäure austreibt, welche beim Behandeln mit kohlensaurem Ammon nicht wieder aufgenommen wird.

Auch die bisher im Vorschlag gebrachten Methoden, nach welchen in ähnlicher Weise wie bei der Elementaranalyse der Kohlenstoff, eventuell auch der Stickstoff der organischen Substanzen bestimmt und als Ausdruck für die Menge der organischen Substanz betrachtet werden soll, konnten sich in der hygienischen Praxis keinen Eingang verschaffen, weil sie complicierte chemische Apparate verlangen. Man begnügt sich daher fast allgemein damit, festzustellen, wie viel übermangansaures Kali durch die im Wasser gelösten organischen Substanzen reduciert wird und somit, welche Sauerstoffmengen erforderlich sind, um die organischen Bestandtheile des Wassers zu oxydieren.

Aber auch diese Methode enthält ihre reichlichen Fehler, zumal nicht einmal alle organischen Stoffe durch das genannte Verfahren zerstört werden und ferner solche vorkommen, welche nur zum Theil gespalten werden und in durch den Sauerstoff schwer weiter spaltbare Verbindungen übergehen. Zuckerarten nehmen nur $^{1}/_{2}$, Leucin $^{11}/_{40}$, Tyrosin $^{2}/_{3}$, Asparagin $^{1}/_{9}$, Allantoin $^{1}/_{4}$, des zu völliger Verbrennung benöthigten Sauerstoffs auf; Harnstoff bleibt unverändert (Tiemann, Preusse).

Sonach kann bei Verbrauch der gleichen Menge von übermangansaurem Kali eine sehr verschiedene Menge von organischer Substanz vorhanden sein; wir können nie angeben, wie viel organische Substanz in einem Wasser sich findet, sondern nur, wie viel wir etwa übermangansaures Kali verbraucht haben oder wie viel Sauerstoff an die organischen Substanzen übertragen wurde, denn letzterer Wert ist ja leicht aus dem Äquivalentzahlen abzuleiten.

Und selbst die Erkenntnis der summarisch vorhandenen organischen Substanz könnte nicht befriedigen, weil ja die einzelnen organischen Stoffe von ganz verschiedener Dignität sind.

Immerhin aber werden wir uns eine genäherte Vorstellung über dieselbe durch die Bestimmung der organischen Substanz mittelst übermangansaurem Kali verschaffen können.

Da man die Chamäleonlösung nicht durch Auflösen einer abgewogenen Menge der Verbindung zu einem bestimmten Volum sicher herstellen kann, so muss ihr Wirkungswert mit einer anderen, leicht genau zu erhaltenden Titrierflüssigkeit verglichen werden. Am besten eignet sich hierzu die Oxalsäure.

Man weiß genau, dass 315 Theile krystalliesirter Oxalsäure durch 158·1 Theile übermangansaures Kali zur Kohlensäure oxydiert werden, dass also 315 Theile Oxalsäure eine Lösung, in der 158·1 Theile übermangansaures Kali enthalten sind, vollständig entfärben können.

Als Vergleichsflüssigkeit wird für diese Bestimmungen gewöhnlich Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung gewählt. Um sie herzustellen, werden genau 63 *g* reiner, trockener, nicht verwitterter Oxalsäure in einem Liter aufgelöst, wodurch man eine Normal-Oxalsäurelösung erhält, die man aufbewahren kann und benützt, um durch Verdünnen von 10 cm^3 derselbe mit destilliertem Wasser auf einen Liter die Hundertstel-Lösung jedesmal ex tempore darzustellen. Die Normal-Oxalsäurelösung ist nähmlich haltbar, die Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung verdirbt dagegen in sehr kurzer Zeit.

Ferner bedarf man einer Chamäleonlösung, die man wie nachfolgend bereitet: Krystalle von übermangansauren Kali werden in so viel destilliertem Wasser gelöst, dass die erhaltene Lösung, in eine Glashahnbürette gefüllt, bei durchfallendem Lichte noch deutlich die Theilstriche derselben wahrnehmen lässt.

Nun ist der Wirkungswert der so erhaltenen Chamäleonlösung zu bestimmen. Zu diesem Zwecke werden 100 cm^3 destillierten Wassers in einen Kochkolben gebracht, hierzu aus einer bis zum Nullpunkte mit der bereiteten Chamäleonlösung gefüllten Bürette zunächst so viel zugesetzt, dass die Flüssigkeit deutlich roth ist, und einige Minuten gekocht. Der hierauf etwas abgekühlten Flüssigkeit werden genau 10 cm^3 der Hundertstel-Normalkleesäure und eine geringe Menge, etwa 5 cm^3, Schwefelsäure (1 : 3) zugefügt, worauf vollständige Entfärbung eintritt. Nun wird auf dem Wasserbade bei 60° gehalten und aus derselben Bürette so lange vorsichtig Chamäleonlösung zubetröpfelt, bis die anfangs sich immer entfärbende Mischung einen bleibenden, eben wahrnehmbaren schwachrothen Farbenton angenommen hat Ist dieser Moment eingetreten, so wird die Menge der verbrauchten Chamäleonlösung an den Theilstrichen der Bürette abgelesen und notiert, sie entspricht 10 cm^3 der Hundertstel-Normal-Oxalsäurelösung (= 6·3 *mg* Oxalsäure = 3·16 *mg* übermangansaurem Kali = 0·8 *mg* *O*).

Gesetzt, es wären 11·5 cm^3 Chamäleonlösung nothwendig gewesen, um eine bleibende, eben wahrnehmbare Rothfärbung der Flüssigkeit herzustellen, so sind die in 11·5 cm^3 gelösten Mengen von Übermangansäure gerade ausreichend, um die in 10 cm^3 Hundertstel-Normal-Oxalsäure enthaltene Oxalsäure vollständig zu Kohlensäure zu oxydieren. Überdies bleibt das Chamäleon in einer solchen Spur in der Mischung im Überschuss, dass dieselbe dadurch eben noch roth erscheint.

Der Wirkungswert eines Cubikcentimeters der Chamäleonlösung berechnet sich leicht nach einer einfachen Gleichung: Da 6·3 *mg* Oxalsäure durch 11·5 cm^3 Chamäleonlösung oxydiert werden, so werden durch 1 cm^3 Chamäleonlösung $\frac{6.3}{11{\cdot}5} = 0{\cdot}5478$ *mg* Oxalsäure oxydiert. Der Wirkungswert für je 1 cm^3 der verwendeten Chamäleonlösung wird durch 0·5478 *mg* Oxalsäure dargestellt. Ist man gewillt, die Menge der organischen Substanzen nicht als Oxalsäure, sondern durch die Menge des zu ihrer Oxydation nöthigen Sauerstoffes auszudrücken, so hat man in der Rechnung statt je 63 Oxalsäure 8 Sauerstoff zu setzen, da je 8 Sauerstoff für die Oxydation von je 63 Oxalsäure von Chamäleon nothwendig sind.

Die Bestimmung der durch die organischen Substanzen veranlassten Oxydierbarkeit des Wassers wird mit den eben geschilderten Reagentien verschiedenartig ausgeführt, und zwar am besten in folgender Weise:

a) Die Chamäleonflüssigkeit wird in alkalischer Lösung, und zwar bei Anwesenheit von reinem Alkali oder Ätzkalk auf die organischen Substanzen einwirken gelassen (Schulze). Man versetzt eine gewisse Menge des Wassers mit etwas Kalkmilch oder reinem Ätzkali in Lösung, sodann mit der titrierten Chamäleonflüssigkeit im Überschuss (20 bis 30 cm^3) kocht eine bestimmte Zeit, übersättigt dann das Gemisch mit Schwefelsäure und bestimmt die Menge des übermangansauren Kali durch Titrieren mit Oxalsäure. Diese Methode hat den wichtigen Vorzug, dass die Chamäleonlösung in alkalischer Lösung viel beständiger ist, auch bei starkem Überschuss und beim Kochen keinen gasförmigen Sauerstoff entweichen lässt, diesen vielmehr nur an oxydierbare Substanzen abgibt.

b) Ein anderes Verfahren ist von Kubel angegeben. Zu 100 cm^3 Wasser setzt man zuerst 5 cm^3 verdünnte Schwefelsäure (1 Volum zu 3 Volum), dann eine genau gemessene größere Menge von Chamäleonlösung, wie sie voraussichtlich zur Oxydation der organischen Substanzen nöthig sein dürfte, also einen Überschuss, kocht und fügt dann 10 cm^3 $^1/_{100}$ normaler Oxalsäure hinzu; die dadurch farblos gewordene Flüssigkeit mit Chamäleonlösung wird bis zur schwachen Röthung titriert. Was hierbei an Chamäleon mehr gebraucht wird, als der dem Wasser zugesetzten Menge von Oxalsäure titermäßig entspricht, ist der Ausdruck für die im Wasser befindlichen organischen Substanzen und lässt sich, wie oben erörtert wurde, durch einfache Rechnung auf Oxalsäure beziehen und dann in bestimmten Zahlen darstellen. Diese Art der Ausführung ist bequem und bietet verhältnismäßig wenig Fehlerquellen.

Schwefelwasserstoff.

Der Schwefelwasserstoff findet sich in manchen Mineralwässern, sonst aber nur in unreinen Gewässern. Er ist ein Product der Fäulnis und Zersetzung schwefelhaltiger organischer Substanzen. Auch kommt er zuweilen in Abflüssen von Fabriken vor, in denen Sulfate durch in Zersetzung begriffene, organische Substanzen zu Sulfiden reduciert sind. Gewisse Algen entwickeln ebenfalls Schwefelwasserstoff (Beggiatoa alba). Zum qualitativen Nachweis des Schwefelwasserstoffs benützt man eine alkalische Bleilösung, welche bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff eine Bräunung oder schwarze Fällung (Bleisulfid) erzeugt.

Die quantitative Untersuchung eines Wassers auf den Gehalt an Schwefelwasserstoff wird in folgender Weise vorgenommen.

Eine bestimmte überschüssige Menge $^1/_{10}$ Natriumarseniklösung wird in einer 300 cm^3 fassenden Flasche mit einem abgemessenen Volum des Schwefelwasserstoffwassers vermischt. Man schüttelt tüchtig um und setzt Salzsäure bis zur deutlich sauren Reaction hinzu. Aus der Flüssigkeit, welche nicht nach Schwefelwasserstoff riechen darf (man hätte sonst zu wenig Natriumarseniklösung angewandt), wird dadurch gelbes Schwefelarsen gefällt, welches sich nach kurzer Zeit vollständig abscheidet. Man füllt die 300 cm^3 fassende Flasche mit destilliertem Wasser bis zur Marke auf und filtriert durch ein trocknes Filter in ein trocknes Glas. Von dem Filtrate, das nicht mehr durch arseniksaures Natron getrübt werden darf, misst man 100 cm^3 ab, sättigt die Salzsäure durch Pulver von Natriumbicarbonat, setzt verdünnte Stärkekleisterlösung zu und titriert die darin befindliche arsensaure Lösung durch zehntelnormale Jodlösung bis zur schwachen Bläuung der Flüssigkeit. Die verbrauchten Cubikcentimeter der Jodlösung multipliciert man mit drei und zieht das Product von den zum Versuche angewendeten Cubikcentimetern $^1/_{10}$ normaler Natriumarseniklösung ab. Multipliciert man die Differenz in Cubikcentimetern mit 2·55, so erfährt man die in dem geprüften Schwefelwasserstoffwasser enthaltenen Milligramme Schwefelwasserstoff.

Nachweis des Bleies.

Die im Wasser durch die Berührung mit Bleiröhren vorkommenden Bleimengen sind in der Regel sehr gering; zur Aufsuchung derselben genügt meist eine colorimetrische Methode. Man fügt dem zu untersuchenden Wasser, das in einen hohen Glascylinder gegossen wird, etwas Essigsäure und Schwefelwasserstoffwasser zu. Daneben stellt man eine Probeflüssigkeit, welcher soviel Bleizuckerlösung zugesetzt ist, als dem Grenzwerth des zulässigen Bleigehalts entspricht (etwa 0·347 *mg* für den Liter nach Angus Smith) und fügt Schwefelwasserstoffwasser hinzu. Die Braunfärbung beider Flüssigkeiten wird dann mit einander verglichen.

Mikroskopische und bakteriologische Untersuchung des Wassers.

Durch die mikroskopische Untersuchung des Wassers kann die Ursache einer mit freiem Auge beobachteten Trübung gefunden und es können ferner solche Partikelchen, die für das freie Auge nicht wahrnehmbar sind und sich demnach der Beobachtung entziehen könnten, festgestellt werden. Wenn durch die chemische Prüfung die Anwesenheit

von organischen Substanzen constatiert wurde, so bietet die mikroskopische Untersuchung für den Fall, als diese organischen Substanzen suspendierte Körper sind, die wertvollsten Aufschlüsse bezüglich deren Natur. Sie sichert und vervollständigt so die Resultate der chemischen und physikalischen Wasseruntersuchung und darf deshalb, namentlich wenn es sich um trübe Wässer handelt, niemals unterlassen werden.

Das trübe Wasser kann sich bei längerem ruhigen Stehen klären oder es bleibt auch hierbei trüb. In letzterem Falle ist der Verdacht gerechtfertigt, dass die Trübung durch lebende Organismen bedingt wird.

Bei Wässern, welche ihre trübenden Partikelchen absetzen, untersucht man den Bodensatz, welchen man durch Abgießen von der überstehenden Flüssigkeit trennt. Den Bodensatz durch Filtration abzuscheiden, ist nicht anzurathen, weil feine Suspensa durch das Filter hindurchgehen.

Die bei der Untersuchung des Wassers in Frage kommenden Organismen sind bereits oben aufgeführt worden.

Von den feineren Objecten, wie sie die Bakterien darstellen, wird man, von reichlichster Verunreinigung abgesehen, bei directer Beobachtung mit dem Mikroskope nur wenig erkennen können. Günstiger für die sofortige Beurtheilung eines Wassers ist es, wenn man einen oder mehrere Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit auf dem Deckglas verdampft, dann das Deckglas zur festeren Fixierung des Trockenrückstandes mehrmals durch eine kleine Gasflamme zieht und nun einen Tropfen eines Anilinfarbstoffs am besten Anilinwassergentianaviolett, Fuchsin etc. darauf gibt. Nachdem man kurze Zeit zugewartet hat, wäscht man den überschüssigen Farbstoff dadurch ab, dass man den Strahl der Spritzflasche auf das Deckglas, jedoch nicht auf den Trockenrückstand des Wassers selbst richtet. Das Präparat wird nun mittelst Ölimmersionslinsen und unter Anwendung des Abbé'schen Condensors untersucht. Zu einem endgiltigen Urtheil über die Güte des Wassers oder auch nur über die Größe des Bakteriengehaltes reicht diese Methode aber nicht aus.

Zur genaueren Untersuchung kann man die wesentlich durch Koch ausgebildeten bakteriologischen Culturverfahren nicht entbehren.

Das zu untersuchende Wasser muss stets in sterilisierten und bakteriendicht zu verschließenden Gefäßen aufgefangen werden. Das zuerst abfließende Wasser wird nicht zur Untersuchung verwendet, sondern erst nachdem eine größere Menge abgepumpt oder aus dem Hahne bei Druckleitungen abgeflossen ist, wird die Probe weggenommen. Die bakteriologische Untersuchung hat thunlichst sofort zu beginnen. Längeres Zuwarten ist wegen des immerhin raschen Wachsthums der Wasserbakterien unzulässig.

Der Transport kann auch in Eisverpackung auf weitere Strecken nicht vorgenommen werden, weil dabei manche Bakterienarten zu Grunde gehen.

Von dem zu untersuchenden Wasser werden mittelst sterilisierter Pipette 1 cm^3, 0·1 cm^3 oder 0·01 cm^3 u. s. w. entweder direct abgemessen oder man stellt sich unter Zumengung von sterilem Fleischextrat zu Wasserverdünnungen (1 : 10 u. s. w.) her, von welchen man alsdann zur Untersuchung wegnimmt.

Der abgemessenen Wassermenge wird verflüssigte Nährgelatine zugesetzt und durch Drehen des Reagenzcylinders möglichst gleichmäßig gemischt. Alsdann gießt man die Nährgelatine auf eine sterilisierte, vollkommen plane und horizontal gelagerte mit Emaillerand versehene Platte aus und vertheilt die Gelatine mit einem ausgeglühten Platindraht möglichst gleichmäßig, schützt durch eine Glasglocke die Platte vor auffallendem Staub und bringt sie nach vollkommener Erstarrung der Gelatine in eine feuchte Kammer, d. h. in eine Glasschale mit weit übergreifendem Deckel, in welcher sich auf dem Boden Filtrierpapier mit Sublimat getränkt befindet.

An Stelle der Plattencultur kann man weit bequemer Schälchen anwenden mit flachem Boden und flachem Glasdeckel, welch' letzterer gut aufsitzt. In die sterilisierten horizontal gestellten Schälchen gießt man die Gelatine, legt sofort den Deckel auf und lässt erstarren (Soyka).

Die Schälchen setzt man in eine Glocke, in welcher für Befeuchtung der Luft gesorgt wird.

Nach einigen Tagen — verschieden je nach den vorhandenen Arten und der Zimmertemperatur — werden die Colonien soweit ausgewachsen sein, dass man sie zählen kann. Man bringt zu diesem Behufe die Platten unter eine in Quadrate getheilte Glasplatte (s. später) und notiert die Anzahl der Colonien und ähnlich verfährt man mit den Schälchen. Sehr störend ist das lebhafte Wachsthum mancher Wasserbakterien, welche die Gelatine äußerst rasch verflüssigen; in Kurzem, ehe noch die langsamer sich entwickelnden Keime herangewachsen sind, ist meist die Platte bereits zerstört. Man saugt nun, um dies zu verhindern, mittelst einer langen sterilen Pipette den Inhalt der verflüssigten Colonien ab, bringt mit der Pipette etwas von concentrierter Sublimatlösung an Stelle der ver-

flüssigten Gelatine und nimmt nach kurzem Warten das Sublimat wieder möglichst sorgfältig weg. Bei richtigem Verfahren findet keine Schädigung des Wachsthums aller übrigen Colonien statt.

Durch die Untersuchung mehrerer Wasserproben des Orts hat man sich über die regelmäßigen Bewohner des Wassers zu orientieren. Diejenigen Colonien, von denen man die Vermuthung hegt, dass es sich um pathogene Keime handeln könnte, werden zu Deckglaspräparaten verwendet oder mit denselben weitere Culturen (eventuell nach vorheriger nochmaliger Plattencultur) auf anderen Nährböden und Impfversuche angestellt. Zum Aufsuchen anaërober Arten eignet sich das Verfahren nicht; hier muss auf die später mitzutheilenden Methoden verwiesen werden.

Drittes Capitel.

Beseitigung der Abfallstoffe.

Der Mensch erzeugt, wo immer er leben mag, eine große Menge von Abfallstoffen, d. h. Producten, welche nicht weiter verwendbar sind und deswegen meist auf dem kürzesten Wege beseitigt und dem Boden überantwortet werden. Die menschliche Cultur hat solche Abfallstoffe mit der Ausdehnung der Industrien noch mehr geschaffen, aber freilich greift gerade auch wieder die Industrie auf die Beseitigung von Abfallstoffen ein, indem sie manche derselben als Rohmaterialien für ihre Zwecke benützt. Die Abfallstoffe sind organischer wie anorganischer Natur; wenn wir auch bei der Gewerbehygiene namentlich auf die anorganischen Stoffe noch zurückgreifen müssen, so bleiben doch die wichtigsten jene Stoffe, welche organischer Natur sind und diesen haben wir zunächst unsere Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Erzeugung der Hauptmenge der Abfallstoffe hängt mit den Ernährungsvorgängen des Menschen zusammen. So entstehen in erster Linie Abfallstoffe schon bei der Zubereitung der Nahrungsmittel zu den Speisen. Namentlich manche Vegetabilien, wie die Gemüse geben viel Nichtnutzbares, das beseitigt werden muss. Auch die Animalien können nur zum Theil direct zu Speisezwecken verwertet werden. Die Eingeweide der Thiere und das Blut finden nur in beschränktem Maße eine nutzbare Verwendung, meist werden sie als Abfälle beseitigt. Ein sehr erheblicher Bruchtheil des Ganzen entfällt auf letztere bei dem Geflügel und den Fischen.

Fassen wir aber weiter die völlig zubereitete Speise ins Auge, so wird auch von dieser ein nicht unwesentlicher Theil, man darf wohl sagen vergeudet, ohne dem Ernährungszweck dienlich zu sein. Die Speisen werden nicht völlig in der zubereiteten Quantität aufgegessen, sie verderben beim Aufbewahren, das Spülwasser nimmt aus den Gefässen noch erhebliche Quantitäten mit und so mag es wohl nicht übertrieben sein, wenn wir für viele Fälle annehmen, dass von dem eingekauften Rohmateriale nicht die Hälfte den Weg zum Magen findet, sondern anderweit verloren geht.

Nun kommt aber noch hinzu, dass auch vollkommen resorbierbare Speisen in unserem Organismus einerseits nicht vollkommen in gasförmige

Endproducte umgewandelt werden, sondern den Harn und Koth erzeugen, und dass andererseits die Aufnehmbarkeit der Nahrungsmittel eine höchst ungleiche ist, wodurch nicht nur die Stoffwechselproducte, sondern auch unveränderte Speisebestandtheile dem Koth sich beimengen.

Sehen wir von denjenigen Abfallstoffen ab, die mit dem Ernährungsvorgange zusammenhängen, so liefern die Reinhaltung des Körpers, die Reinigung der Wäsche und der Wohnräume Flüssigkeiten, welche eine nicht unbeträchtliche Menge von Schmutzbestandtheilen (und Bacterien) mit sich führen. Werden Thiere gehalten, so machen diese gleichfalls eine sehr zu berücksichtigende Größe hinsichtlich der Gefährdung der Bodenreinheit aus.

Die wirtschaftlichen und gewerblichen Betriebe liefern quantitativ oft unglaubliche Mengen von Abfallstoffen gefährlicher Art: hierzu gehören namentlich die Schlächtereien, Zuckerfabriken u. s. w.

Da alle bis jetzt genannten Abfälle wesentlich organischer Natur sind, so gehen sie, sich selbst überlassen, in Fäulnis oder anderweitige Zersetzung über. Unter günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen werden sie von den niederen Pilzen: Schimmel-, Hefe- und Spaltpilzen besiedelt.

Die Keime der letzteren finden sich ja fast überall — auf dem Boden, im Staube der Luft, außerdem aber führen die Abfallstoffe häufig die Keime schon mit sich. In ausgedehntestem Maße ist dies bei den Excrementen der Fall.

Die ursprünglichste und instinctivste Beseitigungsart der Abfallstoffe bestand stets darin, dass man sie wenigstens aus der unmittelbarsten Nähe der Wohnräume entfernte. Doch beschränkte die Vorsicht in der Regel sich wieder auf die Magazinierung in unmittelbarster Umgebung des Wohnhauses.

Ein besorgterer Trieb zur Reinhaltung veranlasste dann allmählich den Menschen, den Unrath dem Auge zu verbergen; so entstanden die Senk- und Schwindgruben, oder die Ablagerung von Abfällen in den dunklen Höfen der enggebauten Straßen großer Städte. Die Bodenverschmutzuug wird dabei der Sache nach nicht geändert; ein Unterschied lag mehr an dem ästhetischen Moment und sicher nicht in hygienischen Beweggründen.

Für die sanitäre Bedeutung der Nothwendigkeit der Bodenreinhaltung lassen sich zahlreiche Gründe und Erwägungen anführen; wir sind in unserem Befinden vom Boden keineswegs unabhängig. Die Bindeglieder, welche die Beziehung des Menschen zu dem Boden vermitteln, sind aber sehr mannigfaltige.

Fürs erste muss man festhalten, dass eine nachlässige Behandlung des Bodens und seine Verschmutzung einerseits immer auch die Unreinlichkeit im Hause selbst zur Folge hat, wie sie andererseits die Folge der Unreinlichkeit im Hause ist. Ursache und Wirkung vertauschen sich hier in mannigfachster Weise. Das Anerziehen des Sinnes für Bodenreinlichkeit hebt den Sinn für Reinlichkeit im eigenen Hause. Wie der Boden, auf dem die Menschen sich wohl fühlen, in seiner Reinlichkeit beschaffen ist, so sind die Menschen selbst geartet.

Wir tragen den Boden der Umgebung unseres Hauses (namentlich an feuchten Tagen) mit unserem Schuhwerk nach den Wohnräumen, dort verstaubt er, oder er gelangt an trockenen Tagen auch direct als

Straßenstaub ins Innere des Hauses. Wir athmen also auch im Hause den Bodenstaub, wir verschlucken ihn mit dem Speichel und mit den Speisen, auf welchen er sich abgelagert hat.

Es fragt sich aber nun weiters, ob dieser Schmutz nur etwas Eckelerregendes oder weiters direct Schädliches sei. Die verschiedenartigen Substanzen, welche dem Boden überantwortet werden, unterliegen dort selbst der Zerlegung; bei Abschluss von Sauerstoff laufen im Wesentlichen Fäulnisprocesse, bei ausreichender Sauerstoffzufuhr Verwesungsprocesse ab. Wassergehalt und Temperatur sind wichtige Factoren für den Ablauf solcher Processe. Bei einem bestimmten Feuchtigkeits- beziehungsweise Trockenheitsgrade des Bodens hört jede Zerstörung auf. Zur Nitrification, d. h. der Umwandlung stickstoffhaltiger organischer Verbindungen in Salpetersäure ist Sauerstoffzufuhr nothwendig; sie erfolgt bereits bei + 5°, hat ihr Optimum bei 37° und hört bei 55° auf, während die Kohlensäureabspaltung bis 60° zu gehen scheint. Auch von Salzen ist die Zerstörung der organischen Substanzen abhängig. Die Zersetzung unter Sauerstoffzufuhr ist es nun nicht, welche uns belästigt, sondern jene unter Sauerstoffabschluss verlaufenden Processe sind es, bei denen außer Kohlensäure, Sumpfgas, Wasserstoff, Leucin, Tyrosin, Indol, Skatol, Nitrite, Stickoxydul, Stickgas, freie Fettsäure zu entstehen pflegen.

Die in den Städten bei verschmutztem Boden ablaufenden Zersetzungsprocesse werden dadurch etwas modificirt, dass die entstehenden übelriechenden Gase erst eine gewisse Schicht des Bodens zu durchsetzen haben, ehe sie der Luft sich mittheilen. Der Boden aber absorbiert riechende Stoffe und ändert demnach die Qualität und Quantität der Gerüche. Derjenige, der sich beständig in der Stadt aufhält, wird meist die verdorbene Luft nicht besonders gewahr. Unverkennbar jedoch werden die Emanationen, wenn man nach dem Genusse frischer Luft im Freien die Stadtluft wieder athmet. Windstille und fallender Barometerdruck (vor Gewittern) lassen manchmal auch weniger Empfindliche die Unterschiede gewahr werden.

Also die Luft einer ganzen Stadt erlangt zweifellos in vielen Fällen ihr ganzes bestimmtes Aroma, je nach dem Grade der Bodenreinlichkeit.

Leider bedingen aber vielfach die Verhältnisse unserer Wohnhäuser noch einen innigeren Contact mit den bei den Zersetzungsprocessen sich entwickelnden Riechstoffen. Durch die Circulation der Bodenluft, durch Aspiration des mit warmer Luft erfüllten Hauses wird die Bodenluft angesaugt; in Parterrelocalitäten kann bisweilen die Luft zur Hälfte aus Bodenluft bestehen (Forster). Ist also der Boden im Umkreis eines Hauses stark verschmutzt, so dass Fäulnisvorgänge in großem Maßstabe ablaufen, dann leben wir im Inneren des Hauses in verdünnten Fäulnisgasen. Dagegen brauchen wir keine Befürchtungen zu hegen, dass die Bodengase etwa direct Bakterien, beziehungsweise Krankheitskeime mit sich führen. Angenommen, es würden die Fäulnisprocesse nicht weiter wirken, als dass sie uns durch die ekelerregenden Gase belästigen, so würde unzweifelhaft schon die Beseitigung der ersteren geboten sein.

Eine zweite Schädigung durch die Bodenunreinlichkeit müssen wir in dem allmähligen Vordringen der Zersetzungsprocesse in der Tiefe des Bodens hinab suchen und in der Verschmutzung der Brunnen, wo solche als Wasserversorgungsart in Frage kommen.

Zwar sind immer die oberen Bodenschichten jene, welche am meisten organische Bestandtheile, die der Fäulnis fähig sind, enthalten (Fodor), und in den oberen Bodenschichten liegen im Wesentlichen auch die Bakterien und andere Pilze (Koch, Fränkel, Beumer etc.), aber bei fortschreitender Bodenverunreinigung können sowohl die Keime tiefer eindringen, als auch namentlich die Zersetzungsproducte nach abwärts nach den Brunnen getrieben werden. Zwar schreitet das Weiterspülen der Anfallproducte nur langsam weiter (Hofmann), aber die hochgradige Verunreinigung der Brunnen in den älteren Städten beweist, wie ausgebreitet die Verschmutzung ist. Auf die Gefahren des verunreinigten Trinkwassers haben wir hier nicht weiter einzugehen.

Die Möglichkeit der Gefährdung der Gesundheit durch das Trinkwasser wird wohl allgemein zugegeben: die wesentlichste ist jene durch die Mikroorganismen, welche in dasselbe gelangen können.

Wenn nun zweifellos die Verschmutzung des Bodens durch Abfallstoffe schon hinreicht, das Brunnenwasser zu schädigen, obschon die Brunnen durch die filtrierende Wirkung des Bodens vor der Infiltration geschützt sind, so leuchtet wohl ein, dass der Boden selbst, von dem ja die gefährlichen Stoffe stammen, nicht indifferent für die Gesundheit der auf ihm lebenden Personen sein kann. Gerade durch die Filtrationswirkung des Bodens, welche einerseits die Brunnen lange Zeit schützt, wird andererseits der sanitäre Zustand des Bodens selbst verschlechtert. Alles häuft sich an der Oberfläche, stets bereit für weitere Verschleppung.

Im Allgemeinen scheint nach den bis jetzt gemachten Versuchen (Koch, Praussnitz) zwar der Boden für die Vermehrung mancher pathogener Keime wenigstens keine günstigen Nährverhältnisse zu bieten; doch ist dies sicher nicht allgemein der Fall. Bei der Malaria gleichgiltig, welcher Natur die Parasiten sein mögen, welche sie erregen, finden sich doch offenbar im Boden günstige Bedingungen der Existenz. Wir werden also von weiteren Untersuchungen hier jedenfalls nähere Aufschlüsse erhalten müssen.

Man vermuthet, die reichlichen Abfallstoffe gäben im Wesentlichen nur Fäulniskeimen, die eine Überwucherung der pathogenen Keime herbeiführen, Gelegenheit zur Vermehrung. Zwar verhält es sich im Brunnenwasser häufig so. Brunnenwasser ist kühl, weshalb die pathogenen Keime weniger Gelegenheit zur Entwicklung finden und rasch von den anderen Keimen überwuchert werden. Die oberen Bodenschichten haben dagegen Temperaturen, welche recht ausreichend auch für einige pathogene Keime sein können, und außerdem können im Boden leicht Localisationen eintreten, welche vor dem Überwuchern durch andere Keime gesichert sind.

Für die Verbreitung von Keimen, also für die vom Boden ausgehenden Schädigungen kommen im Allgemeinen nur die obersten Schichten in Betracht. Da diese Schichten aber (wie z. B. in macadamisierten Straßen) auch abgenützt werden, oder in geringem Maße auch Spalten bei der Austrocknung auftreten, so können in gewissem Sinne auch Keime von geringer Tiefe aus sich noch verbreiten.

Wie erkennen also, dass die Beschaffenheit des Bodens unserer Umgebung nicht für die Gesundheit gleichgiltig ist.

Außer diesen vielfach aus dem Rahmen der theoretischen Überlegung nicht heraustretenden Bedenken über die Gefährdung der Gesund-

heit durch einen von Abfallstoffen aller Art beschmutzten Boden, kommt noch die wichtige Erfahrungsthatsache hinzu, dass man an vielen Orten, an welchen sich epidemische Krankheiten, z. B. der Abdominaltyphus in hohem Maße festgesetzt hatten, durch die Maßnahmen der Bodenreinhaltung, die wir auch späterhin besprechen werden, nachgerade eine Immunität erzielt hat (Danzig, München). Im Januar 1840 bis März 1841 starben in München von nicht 100.000 Einwohner 511 Personen an Abdominaltyphus; durch die fortschreitenden Maßnahmen der Bodenreinhaltung verminderte sich die Sterbeziffer vom Jahre 1880 ab bis auf 17 für 100.000 im Durchschnitt. Im Jahre 1880 übersteigt die Ziffer sogar wahrscheinlich nicht einmal die Zahl von 10 Todesfällen auf 100.000. Die Sterblichkeit an Typhus hat also gegenüber den Vierzigerjahren um das Fünfzigfache abgenommen; ein Erfolg wie man ihn kühner nicht hätte erwarten können.

Wenn wir nun die Überantwortung aller Abfallstoffe an den Boden als ungesund und unzweckmäßig bezeichnen müssen, so wird man noch einwenden können, dass der Boden doch gerade der eigentliche naturgemäße Ort für die Unterbringung der genannten Stoffe sei. In dem Boden werden sie zerlegt und mineralisiert und geben der Pflanzenwelt neues Leben. Die Düngung verbessert wesentlich den Boden und niemand wird wohl durchweg behaupten wollen, dass ein gedüngter Boden ein ungesunder sei.

Für den Städteboden liegen die Verhältnisse anders. Denkt man sich die Menschen so vertheilt, wie es zu einer ausgiebigen Düngung des Bodens vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkte aus wünschenswert wäre, so ist es mehr als ausreichend, wenn 80 Personen auf 1 *ha* Bodenfläche hausen und letzterer ihre Abfälle behufs Düngung zuführen. Diese Verhältnisse sind in den Städten meist weit überschritten. Auf 1 *ha* wohnen bis zu 800 Personen und darüber, d. i. also zehnmal mehr als zu einer ergiebigen Düngung ausreicht. Dabei ist davon ganz abgesehen, dass in den meisten Städten drei Viertel der Bodenfläche mit Häusern bedeckt sind, für die Bodendüngung also nur ein Viertel übrig bleibt und dass kein Pflanzenwachsthum die raschere Zerstörung der Stoffe begünstigt.

Die Abfallstoffe einer Stadt führen also, wenn keine besonderen Einrichtungen für deren Beseitigung getroffen wird, unbedingt zur hochgradigen Überdüngung des Bodens. Die schlechten Trinkwasserverhältnisse zeigen zur Genüge die Wirkungen der Bodenverunreinigung.

Die Menge der entstehenden Abfallstoffe lässt sich annähernd wie folgt schätzen; es treffen im Jahre auf einen Bewohner:

34 *kg* Koth,
428 „ Harn,
90 „ Küchenabfälle und Hauskehricht,
15 „ Asche bei Holzfeuerung (1·5 Procent des Holzes)
= 567 *kg*.

Außerdem entsteht noch eine nicht unbedeutende Quantität von flüssigen Abfällen, das Haus- und Gebrauchswasser, welches außer den Schmutzbestandtheilen der Haut, dem Schmutz des Bodens, wohl auch nicht zu selten noch etwas Harn mit sich führt, ferner das Küchen- und Waschküchenwasser, dessen Natur wir nicht weiter klar zu legen

brauchen. Nimmt man 30 *l* für die einzelne Person im Tag und rechnet, dass ein Drittel verdunstet, was offenbar hoch gegriffen ist, so treffen wir nicht weniger als 7300 *kg* derartige Abwässer pro Kopf und Jahr. Alles zusammengenommen etwa 7867 *kg*, das sind mehrere Wagenladungen (Pettenkofer).

Die Abwässer machen etwa 92·8% aller Abfallstoffe, der Harn 5·4% und der Koth 0·4% aus. Meist denkt man nur an die Beseitigung der Abfallstoffe des Harnes und des Kothes. In obigen Zahlen sind aber noch gar keine gewerblichen Abfallstoffe mit beigerechnet, auch nicht einmal die wesentliche Verschmutzung, welche in allen Städten durch die Thiere, namentlich jener, welche zur Arbeitsleistung benützt werden, entsteht.

Alle diese Stoffe müssen aus den Städten thunlichst beseitigt werden; auch bei der größten Sorgfalt wird es nicht gelingen, jedwede Bodenverschmutzung zu beseitigen. Wir können dies Ziel gar nie erreichen; wir wünschen nur die Bodenverschmutzung auf ein solches Maß zurückzuführen, dass die Selbstreinigung des Bodens zur Zerstörung der organischen Stoffe ohne die Einleitung von Fäulnisprocessen ausreichend ist.

Um die in sanitärer Hinsicht genügende Bodenreinigung zu erzielen, bedarf es mancherlei Vorkehrungen. Die festen Stoffe, welche der Hauskehricht liefert, ebenso Straßenkehricht u. s. w., sind durch Abfuhr zu beseitigen.

Die flüssigen oder mit wenig suspendiertem Material versehenen Abgänge hat man früher ebenso wie das Meteorwasser in Gräben dem nächsten Flusse zufließen lassen. Nur für die Fäcalien, weil diese durch ihre Consistenz der Fortbewegung von Flüssigkeiten leicht Widerstand leisten, hat man meist besondere Einrichtungen zu ihrer Beseitigung getroffen. Man sammelte sie in Gruben, oder man sammelte sie in Fässern u. dgl.

Bei entwickelteren Einrichtungen, wie wir sie schon bei den Alten finden, erbaute man unterirdische Canäle, welche die Abwässer nach den Flüssen führen.

Eine geordnete Reinlichkeit hat für die Abführung aller Unrathstoffe zu sorgen. Es ist sehr verkehrt, wenn man Koth für die einzig wesentliche Gefährdung der Bodenreinheit betrachtet und nur auf diesen eventuell mit dem Harn Bedacht nimmt. Die Senkgruben, das Tonnensystem, die pneumatischen Systeme und Closets erfordern alle noch außerdem besondere Canalisationsanlagen zur Abführung der übrigen Schmutzwässer. Selbst wen man nur auf den Gehalt der Abfallstoffe an festen Stoffen Wert legen wollte macht, hoch geschätzt, der Koth noch nicht ein Fünftel der gesammten zu entfernenden Abfallstoffe aus. Man übergibt daher vielfach den Canälen, welche ohnedies den wesentlichsten Theil der Abfallstoffe beseitigen, auch den Koth (Schwemmsystem).

Mit der Fürsorge der Beseitigung der Abfallstoffe aus der Stadt ist übrigens die sanitäre Aufgabe nicht beendigt: wir haben uns namentlich noch bezüglich des Verbleibes der Abfallstoffe zu unterrichten. Mit der Frage der Städtereinigung werden namentlich noch die Mittel zur Verhütung der Flussverunreinigung zu besprechen sein.

Wir wenden uns zunächst der Betrachtung jener Methoden zu, welche sich mit der Entfernung von Harn und Koth aus den Städten beschäftigen.

Senkgruben.

Die Senkgruben dienen in der Regel dazu, die Fäcalien und den Harn der Menschen aufzunehmen; sie sind gemauerte Behälter und in der Regel in unmittelbarer Nähe der menschlichen Wohnungen angelegt. Von den Düngergruben auf dem Lande sind sie durch ihre hygienische Bedeutung nicht unterschieden, sondern nur dadurch, dass man diese Senkgruben in den Städten zu bedecken pflegt.

Je nach ihrer Ausführung geben die Senkgruben zu einer mehr oder weniger hochgradigen Verunreinigung des Bodens Veranlassung. Sie gestatten vielfach den völlig freien Austritt des Grubeninhaltes in das umgebende Erdreich. Bei den Versitzgruben oder Schwindgruben werden absichtlich die Wände nicht dicht ausgemauert, ja der Boden der Grube sogar vollkommen frei von Mauerwerk belassen, um die in Wasser löslichen Bestandtheile der Abfallstoffe in den Boden sickern zu lassen. Derartige Anlagen vermögen oft für viele Jahre zur Aufnahme von Fäcalien in Verwendung zu stehen, ehe sie einer Räumung zu bedürfen. Wird der Boden der Grube durch Verschlammung undurchlässig, so hebt man wohl auch einen Theil der undurchlässigen Bodenschicht ab. Je besser die Senkgrube die Fäcalien durchsickern lässt, umso schlimmer steht es mit der Reinheit des Bodens in der Umgebung der Grube.

Außer den obengenannten Schwind- und Versitzgruben werden auch vollkommen ausgemauerte und cementierte Gruben angelegt. Dieselben sind wohl anfänglich, selten aber für die Dauer undurchgängig, da die Jauchefüssigkeit lösend auf den Cement wirkt; das Ammoniak der faulenden Jauche, sowie Kali und Natron mit der Kieselerde des Cements lösliche Verbindungen eingehen. Gastheeranstrich im Innern der Grube nützt wenig, weil sich auch das Ammoniak mit den harzigen Bestandtheilen des Asphaltes zu einer löslichen Seife verbindet; nur wenn die Grube aus einem doppelten cementierten Mauerwerk, und einer dazwischen gestampften mindestens, 0·3 *m* breiten Schicht in plastischem Thon hergestellt wird, kann genügende Dichtigkeit erreicht werden.

Wolffhügel hat, um den Grad der Verunreinigung des Bodens durch Gruben festzustellen, Bodenproben unterhalb sogenannter wasserdichter Abortgruben und durchgängigen Dunggruben entnommen, untersucht und mit normalem Boden verglichen.

In 1 m^3 Boden sind in Kilogrammen:

Bodensorte	In kaltem Wasser löslich					Unlöslich	
	Rückstand	Glühverlust	Organisches	Chlor	Salpetersäure	Glühverlust	Stickstoff
Normal	0·211	0·052	0·118	0·010	0·012	1·504	0·014
Unter der Siele	0·217	0·091	0·093	0·021	0·018	3·356	0·055
Unter Abtrittgruben	0·603	0·181	1·257	0·110	0·019	5·461	0·060
Unter Dünggruben	1·710	1·500	2·230	0·330	0·460	39·772	0·956

Will man ein einheitliches Maß der Verunreinigung haben, so würde dasselbe nach dem Glühverlust der in Wasser löslichen und unlöslichen Theile, diese zusammengenommen zu bemessen seien. Setzt man den Gehalt an diesen Stoffen bei normalem Boden gleich 100, so hat man:

Normalboden	100
Unter der Siele	221
Unter Abtrittgruben	363
Unter (Schwind-) Dunggruben . . .	2652

Die in den Boden sinkende Abtrittjauche unterliegt dort der Zerlegung, die sich umsomehr einer stinkenden Fäulnis nähert, je zahlreicher die Schmutzbestandtheile gegenüber der Menge der damit infiltrierten Erde sind. Die Bodenluft nimmt die riechenden Bestandtheile und die Gase in sich auf und transportiert dieselben weiter; erstere freilich etwas verändert durch die absorbierende Wirkung des Bodens. Die Bodenluft durchströmt ihrerseits dann die Gebäude, wobei für ihre Bewegung die durch verschiedene Erwärmung bedingten Druckdifferenzen maßgebend sind. Die Luft im Hause hängt also von der Luft im Boden ab, auf welchen das Haus gebaut ist; ist dieser unrein, dann bleibt es auch trotz Lüftung die Luft im Hause.

Jeder Fortschritt in der Reinhaltung des Bodens hat deshalb allgemeines Interesse; bereits das Cementieren der Gruben bringt eminente Vortheile gegenüber den durchlässigen Schwindgruben.

Die in den Senkgruben aufgelagerten und aufgespeicherten Stoffe befinden sich in andauernder Zersetzung; bekanntlich treten die Fäcalien schon mit einem reichlichen Bakteriengehalt aus dem Körper, und Harn und Koth zusammen stellen ein als gute Nährlösung dienendes Gemische dar. Die Art der Zerlegung und die Hauptprocesse der Zersetzung mögen in den einzelnen Fällen verschieden sein; im Ganzen und Großen charakterisieren sich die in den Senkgruben abspielenden Processe als Fäulnisvorgänge. Ihre Intensität hängt außer von den Mikroorganismen und der Mischung der Fäcalmassen von der Temperatur der Grube ab. Je tiefer sie in dem Boden liegt, um so gleichmäßiger wird die Zersetzung verlaufen. Erismann hat untersucht, wie viel Gase von dem Grubeninhalt unter Verhältnissen, die den natürlichen nachgebildet sind, abgegeben werden. Er berechnet für eine Grube von 3 *m* Quadrat und 2 *m* Tiefe für 24 Stunden eine Abgabe von

Kohlensäure	11·44 *kg*	oder	5·67	m^3
Ammoniak	2·04 „	„	2·67	„
Schwefelwasserstoff	0·03 „	„	0·02	„
Organische Stoffe	7·46 „	„	10·43	„

Der in der Grube vorhandenen Luft wird gleichzeitig Sauerstoff entzogen; für die vorgenannte Menge von Fäcalien beträgt die Gesammtmasse der Gase 13·85 *kg* an einen Tag.

Die stinkenden Gase der Abtrittgruben werden meist durch das Bedecken und Verschluss der Gruben mit Holz- oder Steindeckeln, mit Bohlen u. s. w. an der freien Communication mit der Luft gehindert, aber in den meisten Fällen nur unvollkommen.

Schlimmer ist es, dass die Abtrittgruben durch die Fallschläuche in directer Verbindung mit den Wohnungen stehen und die belästigenden Gase direct nach den Wohnräumen gelangen können. Jeder Windstoß, der die Grubenluft oder das Haus trifft, jede Schwankung des Barometerdruckes bedingt ein Wandern dieser Gase. Aber auch außer diesen Momenten geben noch Temperaturdifferenzen der Abtrittluft und Hausluft Veranlassung zum Einströmen von Abtrittgasen nach dem Hause zu. Vor einem Regen, d. h. bei sinkendem Barometerdruck, wird der üble Geruch vermehrt.

Die Geschwindigkeit, welche die Abtrittluft bisweilen erreicht, und mit der sie nach bewohnten Räumen strömt, beträgt 1 *m* pro Secunde und darüber, und reicht dann auch hin, leichtere Gegenstände, wie Papier, nach oben zu tragen. Durch eine einzige nicht verschlossene Abtrittöffnung drangen in einem Falle während eines Tages 1172—1156 m^3 (Erismann), in einem anderen 518.400 m^3 (Pettenkofer) Abtrittgase nach dem Hause zu. Die Luftbewegung ist in vielen Fällen so bedeutend, dass trotz Öffnen des kleinen üblichen Abtrittfensters doch noch die Bewegung der Luft nach den Wohnräumen geht und durch erstere Luft nicht aus-, sondern in das Cabinet eintritt. Die Abtrittgase durchziehen wie der übrige Luftstrom das Gebäude und werden wohl im Winter wesentlich den warmen, d. h. gerade den bewohnten Räumen zufließen.

In concentriertem Zustande sind die Abtrittgase (Cloakengase) zweifellos gefährlich für die Gesundheit wie für das Leben. Obschon sie ein variables Gemenge von Gasen darstellen, so tritt bei der Einwirkung auf den Menschen stets das Schwefelwasserstoffgas in den Vordergrund. Bei den gelinden Formen der Vergiftungserscheinungen zeigt sich beim Menschen Übelkeit, Aufstoßen wie von faulen Eiern, Erbrechen, Eingenommenheit des Kopfes; bei den schwereren Formen werden unter Ohnmacht und Bewusstlosigkeit klonische und tonische Krämpfe beobachtet und schließlich kann durch Asphyxie der Tod eintreten.

In manchen Fällen ist in den Abtrittgasen das Ammoniak in solcher Menge vorhanden, dass es wesentlich belästigt und die Schleimhäute reizt.

Die Frage, ob die Abtrittgase auch bei dem höheren Grade der Verdünnung noch schädlich für die Gesudheit sind, ist nicht leicht zu beantworten. Zweifellos wirken sie in bedenklichem Grade auf unser Geruchsorgan ein und erzeugen Ekelgefühl und hochgradiges Missbehagen und müssen schon deshalb von den Wohnräumen ferngehalten werden, ganz abzusehen von der Frage, ob sie noch weiters auf die Gesundheit wirken.

In der Regel werden wohl durch die Abtrittluft feste Partikelchen nicht mitgeführt, wenn schon ausgedehntere Prüfungen dieser Frage zur Zeit nicht vorliegen. Es wird aber bei den hohen Graden der Geschwindigkeit, welche sie bisweilen an schlecht construierten Abfallröhren erlangt, nicht zu bezweifeln sein, dass zerstäubtes Material mit fortbewegt werden kann.

Die Störungen von Seiten einer Senkgrube lassen sich einerseits durch geeignete Behandlung des Grubeninhaltes beseitigen, die Fäulnisvorgänge können gemildert und behoben werden durch Zusatz von Torfmull, von Erde oder Holzkohle zu den Fäcalien. Die Zersetzung des Grubeninhaltes hört deswegen nicht auf; vielmehr wird Kohlensäure,

Grubengas und Ammoniak abgegeben und reichlich Sauerstoff aufgenommen (Erismann) aber kein Schwefelwasserstoff, die übelriechenden Substanzen sind wesentlich beseitigt. Auch andere Desinfectionsmittel: Sublimat, Eisenvitriol, verdünnte Schwefelsäure wirken in gewissem Sinne noch kräftiger ein, indem sie die Kohlensäure und Grubengasproduction und die Sauerstoffaufnahme vermindern, Ammoniak- und Schwefelwasserstoffabgabe ganz unterdrücken. Aber der Effect ist doch kein vollständiger.

In weit wirksamerer Weise können die Abtrittgase durch eine zweckmäßige Anlage der Abtritte von den Wohnräumen ferngehalten werden. Eine richtig construierte Senkgrube muss möglichst luftdicht nach oben abgeschlossen sein; Überwölbung der Grube, Stein- oder Eisendeckel, eventuell mit Erdeüberdeckung dient dem Zwecke am besten.

Die Grube wird durch aus glasiertem Thon hergellte Abfallrohre mit den Cabineten verbunden die ihrerseits gut lüftbar sein müssen, und zwar durch directe Communication mit dem Freien. Die Räumlichkeiten sollen hell sein, damit die Reinlichkeit dadurch gehoben wird.

Zwischen jedem Abort und den Wohnräumen sollte sich eine Art Vorzimmer befinden, groß genug, um durch Öffnen der Fenster eine wirksame Ventilation auch in diesem Raum herbeiführen zu können.

Das Abfallrohr endigt aber nicht oben an dem höchst gelegenen Brillenloch, sondern muss unbedingt in gleicher Weite nach Art eines Kamins über Dach geführt werden. Die Grube steht durch das Abfallrohr dann in directer Verbindung mit der Atmosphäre.

Durch die genannten Maßnahmen werden bereits die wesentlichsten Übelstände beseitigt. Die Abtrittgase entweichen nach der Atmosphäre und werden ähnlich wie die den Kaminen entströmenden Rauchgase sofort mit der Luft gemischt und verdünnt.

Zur weiteren Sicherung der Hausluft gegen das Einströmen von Abtrittluft dienen Wasserclosets und Syphons. In beiden Fällen wird ein Wasserverschluss an dem Abfallrohr angebracht; er wirkt jedoch nur, wenn, wie oben auseinandergesetzt, das letztere über das Dach verlängert ist.

Die Einrichtung eines Syphons erläutern die nebenstehenden Zeichnungen (Fig. 136 und 137). Es ist nicht ausgeschlossen, dass selbst gute Anlagen dieser Art bei sehr starkem Winde versagen können. Die Belästigung wird aber in solchen Fällen eine minimale sein.

Eine sehr gute Abhilfe gegen das Eindringen der Senkgrubengase gewährt ferner eine gute Ventilation der Abortgrube. Die einfachste derartige Einrichtung besteht darin, dass man den obersten Theil des Abfallrohres nahe an einen Kamin legt, wodurch der erstere mit erwärmt wird und demnach Luft ansaugt. Solange der Kamin entsprechend warm ist, wird die Luft in den Cabineten das Bestreben haben, nach den Brillenlöchern zuzuströmen; leider functioniert eine derartige Anlage nicht weiter, wenn die Heizung erloschen ist. Ferner lässt sich die Ventilation auch durch eine im Fallrohre selbst angebrachte Wärmequelle erreichen, z. B. durch eine Gasflamme, welche zu gleicher Zeit zur Erhellung des Raumes dienen kann, der Luftzug wird so bedeutend, dass ein Einsaugen von Luft in die Brillenlöcher selbst bei offenstehendem Deckel erzielt wird.

Die Ventilation der Grube lässt sich endlich noch dadurch herstellen, dass man die Senkgrube dicht verschließt und von deren Decke dann eine Abzugsröhre über das Dach hinausführt (siehe Fig. 138); doch muss der Querschnitt der Röhre größer sein, als die Summe sämmtlicher in der Senkgrube mündender Fallröhren. Soll die Wirksamkeit dieses Abzugschlotes erhöht und gleichmäßig gestaltet werden, so wird man ihn am besten durch eine Gasflamme (oder andere Beheizung) warm halten. Bei dieser Einrichtung findet die Ventilation in der Weise statt, dass durch die Abzugsröhre die Stinkgase der Senkgrube nach oben ins Freie abgeleitet werden, während zum Ersatz der abgezogenen Luft frische Luft durch die bis über das Dach ragenden Fallrohre oder die Brillenlöcher in die Senkgrube nachströmt.

Ein Hauptnachtheil der Senkgrube ist die Unmöglichkeit einer vollständigen Reinigung und die fast unvermeidliche Beschmutzung des Bodens der

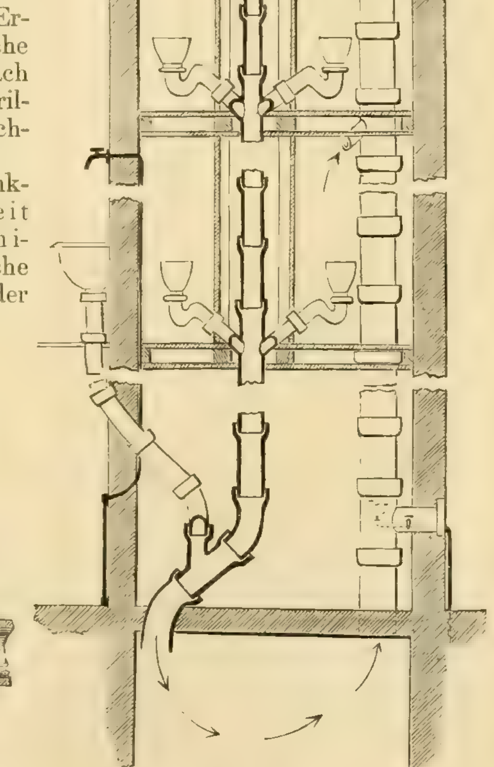
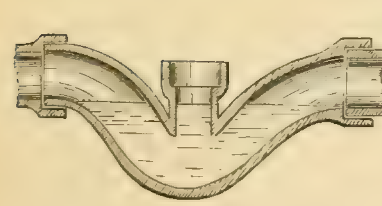
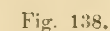



Fig. 136.


Fig. 137.

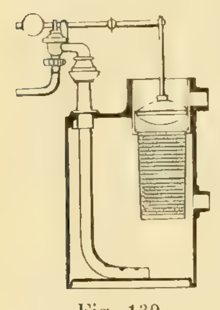

Fig. 138.

Umgebung beim Räumen, ferner die langandauernde Ansammlung fäulnisfähigen Materials in der Nähe der menschlichen Wohnungen.

Wenn die Arbeiter in die Senkgrube einsteigen müssen, um den Inhalt auszuheben, oder um Reparaturen vorzunehmen, so ist das in der Regel mit einer Gefahr für die Gesundheit, ja sogar für das Leben verbunden. Wiederholt wurden durch die über den Excrementen oder über der infiltrierten Erde stehenden giftigen Gase die Arbeiter getödtet;

diese Unglücksfälle ereignen sich auch dann, wenn die Behälter sich nicht in luftdichtem Abschlusse von der äußeren Luft befinden. Die Wirkung der Gase trifft wohl hauptsächlich die Arbeiter unter Umständen aber auch die Personen des Hauses, in deren Wohnungen die Gase eindringen. Die Krankheitserscheinungen, welche dabei entstehen, werden Plomb genannt und müssen hauptsächlich auf die Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas zurückgeführt werden. Die in den Abtrittgruben sich ansammelnden Gase können explosibel sein; wiederholt wurden Personen, welche mit offenem Lichte Senkgruben betraten, durch den sich entzündenden Schwefelwasserstoff lebensgefährlich verletzt.

Zur Sicherstellung der Arbeiter, welche durch diese Senkgrubengase gefährdet werden können, ist eine Umgürtung erwünscht, um in Ohnmachtsfällen dieselben sofort aus dem Bereiche der giftigen Gase bringen zu können, ferner dringend anzurathen, die Grube durch mehrere Stunden zu lüften und den Inhalt womöglich durch Chlorkalk oder Eisenvitriol zu desinficieren. Bei sehr durchlässigen Gruben und Infiltration des Bodens kann das nach dem erstmaligen Räumen durch den aus der Umgebung der Grube einsickernde Schmutzwasser eine erneute Verschlechterung und Vergiftung der Grubenluft herbeiführen.


Fig. 139.

Die zweckmäßigste Entleerungsart der Gruben ist jene auf pneumatischem Wege. Eine auf einem Wagen befindliche eiserne Tonne, welche mit der Grube durch einen weiten Kautschukschlauch verbunden ist, wird mit einer transportablen durch Hand- oder Dampfbetrieb bewegten Luftpumpe luftleer gepumpt und nun steigt der Grubeninhalt nach der Tonne. Die ausgepumpten Gase werden, ehe sie ins Freie gelangen, durch ein kleines Kohlenfeuer getrieben oder durch die Feuerung der Locomobile und hier zerstört. Die dicken Massen einer Senkgrube müssen aber in allen Fällen besonders ausgehoben werden.

Die Nachtheile des oftmaligen Räumens der Gruben, hat man an manchen Orten durch einen Überlauf der Grube nach den Canälen zu beseitigen versucht. Dabei wird alles Lösliche und leicht Schwemmbare den letzteren zugeführt. Es ist aber kein sanitärer Grund einzusehen, warum man dann nicht durchweg die Fäkalmassen direct den Canälen zuführt; allenfalls können technische Schwierigkeiten in der Anlage der Canäle, wie geringe Wassermassen derselben u. s. w. für obige Einrichtungen in die Wagschale fallen. Ähnliche Verhältnisse liegen bei dem später zu besprechenden Separating-System vor.

Eine andere Modification der Grubeneinrichtung treffen wir bei Anwendung des Max Friedrich'schen Wasserclosets, das in Leipzig vielfach zur Anwendung kommt.

Die Fäcalien gelangen nach einer vollkommen wasserdichten Grube, gleichzeitig ergießt sich mit den Fäcalien durch das Wassercloset eine Desinfectionsmasse, bestehend aus Kalk, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und Carbolsäure. Diese Stoffe werden in einen Eisenkorb gebracht, welcher sich an dem über Closeten angebrachten Wassergefäße befindet. Sobald Wasser in die Schüssel des Closets nachgelassen wird, sinkt der kugelig-abgeplattete Schwimmer; aus der Wasserleitung strömt Wasser durch das in Fig. 139 gezeichnete Rohr nach, indem es durch eine dem Wassertrommelgebläse nachgebildete Einrichtung Luft mitreißt. Die Luft bringt das Wasser in starke Wallung, wodurch

dann Desinfectionsmasse abgespült wird. Fäcalien und die desinficierende Flüssigkeit bilden in der Grube einen ziemlich voluminösen, aber gut absetzenden Niederschlag, darüber steht eine klare alkalisch reagierende Flüssigkeit, die erst nach einer zweiten Klärgrube gelangt und von dort nach den Canälen abgelassen werden kann. Der in den Gruben verbleibende Schlamm muss abgefahren werden; dies kann auf pneumatischem Wege geschehen. Wir werden bei der Frage der Verwendung der Fäcalien das Verfahren nochmals besprechen.

Man hat, das Gruben- und die mit ihm verwandten anderen Systeme namentlich mit Rücksicht auf die Landwirtschaft empfehlen zu müssen geglaubt, damit die wertvollen Dungbestandtheile nicht verloren gehen. Der Grubeninhalt besteht nach Heiden für 100 Theile aus:

91	bis	99	Theilen	Wasser,
0·5	„	6·2	„	organischer Substanz,
0·1	„	0·2	„	Kali,
0·07	„	0·4	„	Phosphorsäure,
0·2	„	0·9	„	Stickstoff.

Die Nachfrage nach dem Grubeninhalt ist eine sehr beschränkte und in den meisten Fällen kann man nur für theures Geld die Abfuhr desselben erlangen. Vielfach wird der Inhalt außerhalb dem Bereiche der Städte den Flüssen übergeben.

Das Grubensystem entspricht im Allgemeinen den sanitären Ansprüchen nur annähernd, kann aber bei peinlicher Sorgfalt bezüglich der Dichtigkeit der Gruben als ein Übergangssystem zur besseren Beseitigung der Abfallstoffe beibehalten werden. Das Grubensystem beschäftigt sich nur mit der Beseitigung der Excremente und lässt die übrigen Abfallstoffe unberücksichtigt.

Liernur's System.

Das Liernur-System entfernt die Excremente aus den Städten in einer von den übrigen Systemen abweichenden Weise. Ein Eisenröhrennetz durchzieht, ähnlich wie von einer Gasanstalt die Gasröhrenleitung, die Straßen einer Stadt und mündet mit seinen engeren Abzweigungen in den Abtritten der Häuser. Das ganze Röhrensystem steht mit einer Pumpstation vor der Stadt in Verbindung. Durch eine Dampfmaschine wird in dem Röhrennetz ein negativer Druck erzeugt, die Fäcalien fließen der Centralstation zu. Um diesen Grundgedanken und dieses Grundprincip in der Praxis durchzuführen, sind aber eine Reihe von Hilfseinrichtungen nöthig.

Die Städte werden nach den bisherigen Erfahrungen bei Einführung des Liernur-Systems in Bezirke von 4 bis 10 Hektar Bodenfläche getheilt. In dem Centrum dieser Bezirke befindet sich je ein gusseiserner, cylindrischer Kessel (Reservoir) etwa an dem Kreuzungspunkt zweier Straßen, so weit unter dem Pflaster versenkt, dass keine Verletzung desselben denkbar ist. Die Reservoirs werden durch weitere Sammelrohre, die vor dem Reservoir absperrbar sind, mit der Pumpstation verbunden.

In Fig. 140 sind *a* die Sammelrohre, *P* die Pumpstation.

Von den Reservoirs führen die engeren Rohre nach den Straßen des Bezirks und nach den Closets, wie Fig. 141 dies weiter veranschaulicht. Die Hausröhren *B C* sind durch syphonartige Biegungen (*b c*) mit der anhängenden Röhre, die nach dem Reservoir führt, verbunden (Fig. 142).

In den Rohren *B C* sammelt sich der aus den Abfallrohren einströmende Kothinhalt; er wird in denselben verschieden hoch stehen. Arbeitet die Maschine der Pumpstation, so wird durch die Luftverdünnung im Reservoir und in der Röhre *A* der Fäcalieninhalt angesogen, und zwar aus jenem Rohr zuerst, welches am meisten mit Fäcalien gefüllt

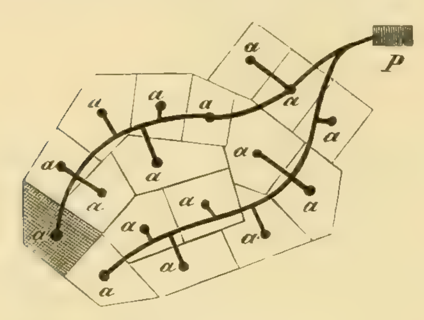


Fig. 140.


Fig. 141.

ist. Die Hausleitungen entleeren sich immer gleichheitlich. Jede Hausleitung ist mit einer besonderen Absperrvorrichtung versehen. Liegen Verstopfungen der Röhren vor, so kann eine Häusergruppe durch die Straßenventile von dem Rohrnetz abgetrennt werden; dadurch wird die ganze Wirkung des negativen Druckes auf das undurchgängige Rohr wirken gelassen und bei geringgradigen Verlegungen wieder die Durchgängigkeit hergestellt.

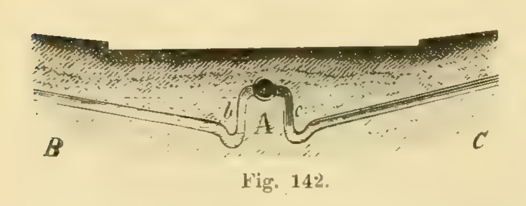


Fig. 142.

Das Auspumpen des ganzen Röhrensystems findet nicht continuierlich, sondern nur ein- oder zweimal im Tage statt. Die Reservoirs sind nicht Sammelkessel für die Fäcalstoffe, sondern Kraftmagazine, in denen die Arbeit, welche die Luftpumpenmaschine während der Zeit verrichtet, die zur Entfernung der in ihnen vorhandenen Luft nothwendig ist, sich in Form eines resultierenden Vacuums anhäuft und nun zur Verfügung steht, um die anschließenden Leitungen zu entleeren.

Außerhalb der Zeit des Evacuierens ist in den Leitungen kein negativer Druck, vielmehr soweit nachfließende Fäcalien sich anhäufen, sogar ein positiver Druck vorhanden; bei etwaigen Rohrbrüchen können daher die Fäcalien aus dem Röhrensysteme ausfließen.

Das Einströmen von Fäcalien setzt übrigens noch weiters voraus, dass die in den Rohren vorhandene Luft den zähflüssigen Massen keinen

Widerstand entgegensetze. Dies würde bei vollkommen geschlossenen Leitungen aber der Fall sein. Es müssen daher an dem höchstgelegenen Kniestück der Hausrohrleitung und an den hochgelegen Punkten der Stammrohre Klappventile, welche unter dem Druck der Luft sich öffnen, vorhanden sein. Es muss Fürsorge getroffen werden zur Ableitung dieser bei nachrückenden Fäcalien fast ständig aus den Rohren strömenden Luft.

Der Aborttrichter ist bei dem Liernur'schen System sehr enge, damit keine Körper, welche die Röhren verstopfen könnten, in die letzteren gelangen können. Die Reinhaltung des Trichters begegnet daher Schwierigkeiten, umsomehr, als die Verwendung des Wassers zum Spülen sehr beschränkt, beziehungsweise ganz ausgeschlossen ist.

Das Liernur-System sucht Harn und Fäces in möglichst unverdünntem Zustande zu gewinnen, da mit demselben eine am Orte der Pumpstation befindliche Poudrettefabrik verbunden ist. Man hofft durch die Herstellung dieses Düngers wesentliche pecuniäre Vortheile zu erreichen.

Die in der (außerhalb dem Bereiche der Stadt gelegenen) Pumpanstalt anlangenden Fäcalien werden entweder in Gruben gesammelt und von hier aus an die Landwirte verkauft, oder sie werden sofort in Vacuumpfannen getrocknet und gepulvert. Die trockene Masse stellt Poudrette dar. Sie enthält:

11·9	Procent	Wasser,
53·3	„	organische Stoffe,
7·5	„	Stickstoff,
29·8	„	anorganische Stoffe,
2·7	„	Phosphorsäure,
3·1	„	Kali,

und kann als guter Dünger für die Landwirtschaft Verwendung finden.

Der Dampf der Dampfluftpumpen lässt sich gleichzeitig auch zur Eindickung der Fäcalien benützen. Die Fäcalien werden zur Bindung des Ammoniaks erst mit Schwefelsäure versetzt und dann in einer geschlossenen Verdampfungsbatterie (à triple effet) eingedickt. Die ganze Fäcalmasse wird dabei längere Zeit bis auf 115° erhitzt, also sterilisiert. Die Liernurpoudrette ist ein nach Buttersäure riechendes schwarzes Pulver.

Die von Liernur gleichfalls vorgeschlagene Änderung der Straßenprofile und Vorkehrungen zur Reinigung des Abwassers der Küchen sind anderenorts zu besprechen.

Das System Liernur hat in Holland zum Theil eine Durchführung erlitten; am vollkommensten in Amsterdam, in beschränktem Maße in Dortrecht und Leyden. Es ist nicht zu bezweifeln, dass das System in hygienisch befriedigender Weise sich durchführen lässt, wenn schon die Einrichtung des Sitztrichters und der „Kothverschluss" Abänderungen erfahren müssen. Von den Rohrbrüchen wird eine wesentliche Gefährdung kaum zu befürchten sein, da ja dieselben sich durch die mangelnde Wirksamkeit des Auspumpens leicht entdecken ließen. Verstopfungen der Röhren sollen nicht sehr häufig beobachtet werden und den Betrieb im Ganzen fast nicht stören. Wird die Poudrettierung mit der Liernur-Anlage verbunden, so ist damit die endgiltige Beseitigung der Fäcalien

in einer durchwegs befriedigenden Weise gelöst. Nach dem angegebenen Verfahren verlassen die Fäcalien vollkommen desinficiert die Vacuumapparate.

Das Liernur-System hat seine Hauptschattenseiten mit anderen Entfernungssystemen der Fäcalien gemeinsam; jedenfalls aber wird die Weiterverarbeitung der Liernur-schen Projecte nicht unmittelbar von der Hand zu weisen sein.

Eine ähnliche Beförderung der Spüljauche der Städte, wie sie das Liernur-System darstellt, repräsentiert Shone's pneumatische Spüljauchenbeförderung. Die Fäcalien fließen bei diesem System unter der eigenen Schwere nach einem kugeligen eisernen Gefäße und sammeln sich dort an. Das Eisengefäß steht mit einer Leitung für comprimierte Luft in Verbindung. Die Fäcalien heben einen Schwimmer, welcher bei genügender hoher Schicht der ersteren ein Ventil öffnet und comprimierte Luft eintreten lässt. Die comprimierte Luft drückt dann selbstthätig in einem Röhrensystem die Fäcalmassen weiter. Sobald das kugelförmige Gefäß — Ejector genannt — sich entleert hat, schließt sich selbstthätig das Ventil für comprimierte Luft. Die Leitung kann sich allen beliebigen Terrainunebenheiten anpassen.

Berlier's pneumatisches System, das in Paris auf einer kleinen Strecke zur Ausführung gekommen ist, ist ziemlich identisch mit dem Liernur'schen, indem gleichfalls negativer Druck in den Röhren ein Ansaugen der Fäcalien erzeugt.

Bei dem Separate oder Separating System (Waring) bestehen für die Ableitung von Schmutzwässern mit Harn und Koth einerseits und für die Ableitung des Regenwassers andererseits zwei getrennte Röhrensysteme. Das Regenwasser wird meist unmittelbar dem nächsten Flusse zugeführt; die Schmutzwässer unterwirft man einer vorherigen Reinigung. Die Anlagen für letztere können in bescheidenen, räumlichen Verhältnissen gehalten werden, da die Menge der zu reinigenden Flüssigkeiten viel geringer ist als bei der Schwemmcanalisation. Die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen haben nichts zu Gunsten dieses Systems ergeben.

Die Closet- und Tonnensysteme.

Es ist bei den mannigfachen Unannehmlichkeiten, welche das Grubensystem mit sich bringt, ein naheliegender Gedanke, die Übelstände durch Anwendung von kleinen transportablen Behältern und kurzer Entleerungsfristen zu vermindern. In dieser Weise sind die Closets und das eigentliche Tonnensystem entstanden.

Im Wesentlichen bestehen die Abortanlagen dieser Art aus dem Sitztrichter und einem Gefäße, in welchem die Fäcalien sich ansammeln. Letzteres wird meist in dem unteren Stockwerke eines Hauses aufgestellt; bisweilen führt auch ein Abortschlauch, der durch mehrere Stockwerke geht, die Fäcalien nach einem gemeinsamen Behälter, welcher entweder täglich oder wenigstens nach Ablauf weniger Tage abgeholt und entleert wird.

Die Fäcalien lassen sich — weil sie wenig mit Wasser verdünnt sind — gut zu Düngezwecken für die Landwirtschaft oder zur Poudrettebereitung verwenden.

Die Ausführung der dem Tonnensystem nahestehenden Closetsysteme und des eigentlichen Tonnensystems ist eine sehr verschiedene.

Wesentlich unterschieden sind die Closetsysteme dadurch, dass bei manchen Harn und Koth zusammen aufgefangen wird, bei anderen dagegen eine Scheidung von festen und flüssigem Unrath stattfindet. Ersterer wird an die Tonnen abgeführt, letzterer nach den Canälen ablaufen gelassen.

a) *Systeme mit Trennung.*

Man verfolgt mit den Trennungs- oder Separationssystemen den Zweck, die Menge der abzuführenden Stoffe zu vermindern und dadurch die Häufigkeit des Abholens und Entleerens der Fäcalbehälter zu beseitigen; dann aber sucht man damit auch der stinkenden Fäulnis der Fäcalstoffe zu begegnen. Der trockene Koth soll sich langsamer zerlegen und weniger belästigen.

Eine große Anzahl von Erfindungen bemüht sich, der gestellten Aufgabe der Trennung von Harn und Koth in mannigfacher Weise gerecht zu werden.

Das schwedische Luftcloset trennt Harn und Koth gleich bei der Entleerung; die Fäces fallen nach einem Gefäße, der Harn fließt durch einen Trichter in einen untergestellten Topf, letzterer wird täglich gereinigt und der Inhalt zugleich mit dem Küchenspülwasser weggegossen. Das ganze nach Art eines Nachtstuhles hergestellte Closet wird mit einem Schornstein durch eine Röhre verbunden und dadurch ventiliert. Die Fäces trocknen ein und übler Geruch wird vermieden; der Kothbehälter braucht nur selten entleert zu werden. Die Trennung von Harn und Koth ist aber namentlich beim Weibe schwierig.

Bei dem Müller-Schür'schen Closet wird gleichfalls schon bei der Entleerung durch eine senkrechte Scheidewand in der Abtrittpfanne die Trennung bewirkt. Zur Beförderung des Herabfließens des Harnes an der vorderen Wand ist das Sitzbrett entsprechend ausgeschnitten und der vordere Theil des Fallrohres nach vorne ausgebogen. Die vom Harn getrennten Kothmassen werden mit einem Streupulver aus gebranntem Kalk, Holzkohlenpulver und Phenol bedeckt. Die Einrichtung bewährt sich nur dann, wenn die Aborte aufmerksam von Seiten des Wartepersonals bedient werden. Der Geruch des Kothes wird nicht ganz vermieden, sondern leicht der Stubenluft mitgetheilt.

Andere Systeme lassen zwar keine Trennung von Harn und Koth zu, sie trennen aber Flüssiges und Festes, nachdem in das Gefäß Harn und Koth gemeinsam entleert sind. Die Sonderung wird in der Tonne meist dadurch bewirkt, dass eine durchlöcherte Scheidewand und eine Öffnung zum Abfluss der Flüssigkeit vorhanden ist.

Eine befriedigende Trennung von flüssigem und festem Inhalt ist durch die oben besprochenen Maßnahmen nicht erreicht worden, die durch Separation erhaltenen Flüssigkeiten führen stets eine große Menge von Kothbestandtheilen mit sich.

Mag auch die Separation an einigen Orten eine durch besondere Verhältnisse begründete Berechtigung besitzen, so bringt sie im allgemeinen keine hygienischen Vortheile. Der menschlich Harn ist keineswegs eine indifferente Flüssigkeit, die man bei der Frage der Bodenverunreinigung ganz vernachlässigen kann, noch weniger aber sind die durch Separation der Harn- und Kothmischungen erhaltenen Flüssigkeiten vom sanitären Standpunkte aus unbedenklich. Hat man Canale

systeme, welchen man, ohne einen Übelstand herbeizuführen, diese Flüssigkeit überantworten kann, so liegt kein Grund mehr vor, die festeren Theile der Fäcalmassen allein auszuschließen. Auch mit Rücksicht auf die Landwirtschaft ist der Verlust der flüssigen Bestandtheile der Harn- und Kothmischung zu bedauern.

Da also eine mit Separation verbundene Closeteinrichtung weder in hygienischer noch landwirtschaftlicher Hinsicht besondere Vortheile bietet, wendete man sich Methoden zu, bei welchen die abgeschiedene Flüssigkeit erst dann in die Canäle abgelassen wird, nachdem sie in Folge der Einwirkung geeigneter Chemikalien die wertvollen Dungstoffe abgegeben hat. Man wählt namentlich hierzu solche Substanzen, welche nicht nur die Dungstoffe fällen, sondern auch desinficieren.

Dahin gehören: Gebrannter Kalk, Kalksuperphosphat, Carbolkalk, Chlormagnesium, Alaun, Thonerdesulfat, Eisenvitriol, Zinkvitriol, Dolomit; ferner Mischungen von Theer, Magnesiumchlorid und Kalk (Süvern'sches Verfahren) oder Torf, Carbolsäure, Ätzkalk (Müller-Schür'sches Verfahren) oder von Alaun, Blut, Thon (*A-B-C*-Process) oder von Torfkleie, Sägemehl oder Steinkohlengries mit Nitrobenzol parfümiert (Petri'sches Verfahren).

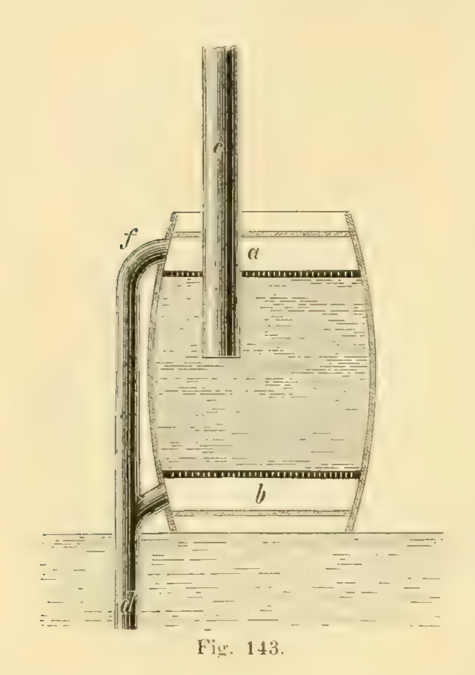


Fig. 143.

Als Beispiel für die Ausführung dieser letztgenannten Verfahren sei das Petri'sche kurz beschrieben.

Petri's Tonnen haben (Fig. 143) oben und unten einen Rost, zwischen beiden ist das Desinfectionsmittel eingeschüttet. Die Abfallwässer passieren die Tonne, indem sie bei *c* einströmen, bei *b* aber filtriert die Tonne verlassen. Wenn sehr viel Wasser nachgeschüttet wird, so staut sich die Flüssigkeit in *a* und fließt durch *f* nach dem Canal hinab, ohne die ganze Schicht durchsetzt zu haben. Man nimmt an, dass wenn so große Massen Wassers nach der Tonne strömen, es in der Regel Flüssigkeiten, welche sanitär unbedenklich sind, sein werden, wie Bade- und Waschwasser, und diese brauchten nicht gereinigt zu sein. Diese letzte Annahme ist aber keineswegs zutreffend.

Die Süvern'sche Masse besteht aus 100 Theilen Kalk, 10 Theilen Chlormagnesium, 10 Theilen Steinkohlentheer; unter den Abtrittsitzen sind Tröge angebracht, die mit Wasser gefüllt werden, welchem die Desinfectionsmasse (125 Gramm pro Kopf und Tag) zugetheilt wird.

Das Max Friedrich'sche Wassercloset unterscheidet sich von den bisher genannten Methoden durch eine selbstthätige Zutheilung der Desinfectionsmasse, die aus Kalk, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und

Carbolsäure besteht. Wir haben die Einrichtung oben bei dem Grubensystem beschrieben, sie lässt sich aber auch in kleineren Verhältnissen für einzelne Closets durchführen.

b) Das Tonnensystem.

In einer sehr zweckmäßigen Weise können Tonnen zum Auffangen der Fäcalien ohne Trennung benützt werden und dieses System lässt sich auch zu einer selbst für größere Gebäude vollkommen befriedigenden Anlage durcharbeiten. Am mustergiltigsten scheint es in größerem Umfange in Heidelberg ausgeführt zu sein.

Durch die Gebäude sind die Aborte ebenso wie bei dem Grubensystem vertheilt, die Abfallröhren führen nach dem an einem tiefgelegenen Punkte des Hauses eingebauten Tonnenraum in die dortselbst befindliche Tonne.

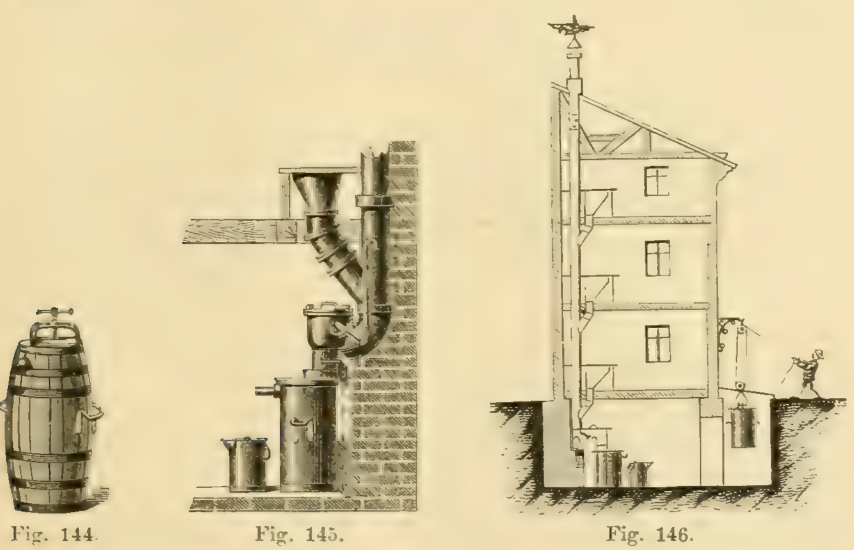


Fig. 144. Fig. 145. Fig. 146.

Die Tonnen werden am besten aus Metall hergestellt, oder man verwendet adaptierte Petroleumfässer. In Fig. 144 ist die hölzerne Tonne dargestellt: sie hat oben eine weite Öffnung, an welche das Fallrohr angeschlossen wird. Während des Transportes wird die Tonne durch einen aufschraubbaren Deckel verschlossen.

Die eiserne Tonne Fig. 145 ist ähnlich construiert, sie trägt außerdem ein Überlaufrohr, durch welches bei Überfüllung der Tonne von dem Inhalt nach einem untergestellten Eimer fließt.

Die Tonne schließt möglichst luftdicht an das Abfallrohr, die unvermeidlichen Fugen werden vielfach mit Lehm gedichtet. Das Abfallrohr hat an seinem unteren Ende ein vertical verschiebbares Rohrstück. Soll die Tonne entfernt werden, so wird dieses Rohr in die Höhe geschoben, die Tonne weggehoben und eine leere neu eingestellt. Das untere Ende des Abfallrohres ist ferner syphonartig gekrümmt, wodurch die Luft in

den Abfallrohren gewissermaßen durch einen Wasser-, beziehungsweise Kothverschluss von der Tonnenluft abgeschlossen und die freie Circulation gehemmt wird.

Die Tonnen sollen mindestens zweimal die Woche entleert werden; aus tiefgelegenen Tonnenräumen werden dieselben in der durch Fig. 146 veranschaulichten Weise gehoben.

Das Tonnensystem ist in seiner ganzen Durchführung im wesentlichen ein Grubensystem, nur ist eben die Grube klein und frei aufgestellt, so dass die Bodenverunreinigung vermieden bleibt. Ohne weitere Maßnahmen würde dasselbe aber doch nicht befriedigen. Für das Abfallrohr des Tonnensystems gilt dasselbe, was wir schon bei der Grube besprachen, es muss über Dach geführt werden. Da mit dem Tonnensystem, wegen der Kleinheit des die Fäcalien aufnehmenden Raumes und mit Rücksicht auf die Verwertung der Fäcalmasse als Dünger, kein Wassercloset Anwendung finden kann, so wird eine völlige Geruchlosigkeit bei dem Tonnensystem ohneweiters nicht zu erzielen sein. Man kann jedoch durch Verbindung eines Ventilationsrohres mit der Tonne und Erwärmung dieses Rohres, wie wir es oben für das Grubensystem beschrieben haben, eine durchaus geruchlose und vollbefriedigende Anlage erzielen.

Ein wichtiger ökonomischer Vortheil des Tonnensystems besteht darin, dass durch dasselbe die menschlichen Abfallstoffe in einfacher Weise für die Landwirtschaft verwertet werden können. Aber nicht jederzeit bedarf die letztere des Düngers, weshalb man bei fehlendem Absatz genöthigt ist, Sammelbecken für die Fäcalien zu errichten, in denen sie magaziniert werden müssen; das Sammelbecken vermag, wie jede andere Senkgrube, die Umgebung zu schädigen. Man wird bei seiner Anlage also vorsichtig zu Werke gehen müssen. Vielfach haben sich die Hoffnungen, den Inhalt der Tonnen an die Landwirte verkaufen zu können, als eitle erwiesen; ja meist sind sogar erhebliche Geldaufwendungen nothwendig, um überhaupt den Tonneninhalt los werden zu können. Eine rationelle Verwerthung lässt sich durch die Poudrettierung erreichen (Podewils).

Nach dem Dargelegten wird bei sorgfältigem Betriebe die hohe sanitäre Bedeutung des Tonnensystems für die Reinhaltung des Bodens nicht zu leugnen sein. Wir sehen, welch wesentlichen Fortschritt bereits dichte Gruben an Stelle von undichten herbeiführen. Und doch sind auch gut angelegte Gruben kaum auf die Dauer vollkommen dicht zu halten. Eine gut ausgeführte und betriebene Tonnenanlage beseitigt radical die Infiltration des Bodens mit Fäcalstoffen. Wir dürfen aber nicht vergessen, wie es so vielfach geschieht, dass das Tonnensystem im Wesentlichen sich nur auf die Entfernung der Fäcalien und des Harns beschränkt, so weit diese eben den Tonnen oder unter anderen Verhältnissen den Senkgruben zugeführt werden.

Wie neben der besten Grubenanlage eine zweckentsprechende Canalisation nicht entbehrt werden kann, so ist dies auch beim Tonnensystem der Fall. Zur Städtereinigung ist neben letzterem noch die Canalisation nothwendig.

Als Schattenseiten des Tonnensystems bezeichnet man häufig die Kosten, welche dem Einzelnen für die periodische Abfuhr er-

wachsen und welche umso größer sind, je besser das System gehandhabt wird. Soll das System befriedigen, so muss eine genaue Controle über den Zustand der Tonnen geübt werden, desgleichen über die rechtzeitige Entleerung und über die Reinlichkeit des Verfahrens beim Auswechseln der Tonne. Letzteres lässt vielfach zu wünschen übrig; und nicht selten sieht man Fäcalien den Tonnenraum verunreinigen oder der Tonnenwagen hinterlässt bei seinem Transport durch die Straßen deutlichst seine Spuren. Die Eisentonnen unterliegen einer ziemlich raschen Abnützung und stellen für den Transport eine unbequeme todte Last dar. Das System eignet sich am besten für kleine und mittlere Städte; in Großstädten würde die große Anzahl von Wagen und die großen Strecken, welche durchfahren werden müssen, störend empfunden werden. Eine bergige Lage eines Ortes steht gleichfalls der Anwendung des Tonnensystems entgegen; wesentlich begünstigend ist die Möglichkeit des Wassertransportes. Das Tonnensystem ist zwar in manchen größeren Städten eingeführt, ohne aber in diesen ausschließlich in Betrieb zu sein.

Das Tonnensystem verbietet in den meisten Fällen das Einschütten von Wasser u. s. w., um einerseits den Tonneninhalt zu Düngerzwecken nicht zu verdünnen, und andererseits das allzu häufige Abholen zu vermeiden. Dadurch stellt sich aber leicht die sanitär nicht gleichgiltige Gewohnheit ein, der Tonne nur jene bei dem Gebrauch der Closets abfallenden Fäcalien und Harn zu übergeben, während die nicht unbeträchtliche Menge des außerhalb der Defäcation entleerten Harnes und die Kinderfäcalien den Weg in die Grube finden.

Das Trockenerdesystem nach Moule.

Fäcalien und Harn werden bei diesem System in ein Gefäß entleert und durch eine selbstthätige Streuvorrichtung (eventuell auch mit Hand und Schaufel) feingesiebte Erde aufgestreut (Moule, Passavant). Die letztere saugt die Stoffe auf und macht die Fäcalien geruchlos. In der Erde beginnt eine Zerlegung der Abfallstoffe, daher kann man die Erde nach einigem Lagern ein zweites, drittes und viertes Mal verwenden. Da zu jedem Stuhl etwa 3·5 *kg* Erde zugesetzt werden müssen, sind pro Jahr für eine Person 25·6 Centner Erde nöthig.

Die Durchführung dieses Systems für Städte ist wegen der schwierigen Herbei- und Wegschaffung des Erdequantums unmöglich. Dagegen hat es bei einzelnen Gebäuden gewiss seine Anwendbarkeit. Am wirksamsten sind Erdsorten mit viel Thonerde und kieselsauren Verbindungen und lehmhaltige Gartenerde. Die mit Excrementen vermischte Erde hat bedeutenden Wert für die Landwirtschaft; da sie geruchlos bleibt, kann sie in beliebiger Weise transportiert werden.

Eine ähnliche Einrichtung ist das englische Aschencloset. Die Fäcalien werden durch aufgeschüttete Asche geruchlos gemacht.

Die Torfmullanlagen.

Aus den in Nordwestdeutschland auf große Strecken ausgedehnten Mooren wird Torf gewonnen. Nachdem derselbe durch geeignete Maschinen zerkleinert und zerrissen ist, wird das Gemenge dann gesiebt, die feine durch das Sieb fallende Masse stellt den Torfmull dar, die verfilzte und faserige Maße die Torfstreu. Erstere eignet sich in trockenem Zustande vorzüglich zum Aufsaugen von Flüssigkeit, und man hat sie empfohlen, um die Fäcalien aufzunehmen. Die besseren Sorten saugen das Zehnfache ihres Gewichtes an Excrementen auf, und zwar mit großer Schnelligkeit. Der Torfmull wirkt deodorisierend; da er, mit Wasser befeuchtet, sauer reagiert, bindet er Ammoniak. Die einzelnen Theilchen verkleben nicht, sondern bilden eine pulverige Masse. An luftigen Stellen ausgebreitet, gibt er das Wasser leicht ab und kann, wenn keine anderen Bedenken entgegenstehen, ein zweites und drittes Mal verwendet werden. Der Dungwert von Torfmull steigt dabei.

Die fast geruchlose Torfmullfäcalienmaſſe kann offen verfracht werden. Torfmull hat also die Vorzüge des Trockenerdeverfahrens, ohne durch seine Menge und die Schwierigkeiten des Transportes lästig zu fallen.

Vielfach werden Torfmullclosets hergestellt, welche selbstthätig bei jeder Benützung des Closets eine zureichende Menge von Torfmull in das Abfallrohr fallen lassen. Das Torfmullfäcaliengemenge wird nach den bis jetzt vorliegenden Angaben in Fässern oder ähnlichen Geräthen gesammelt.

In dieser einfachen Weise hergestellt, genügt aber die Anlage nicht; es müssen auch bei Anwendung der Torfstreu die Regeln beachtet werden, welche wir für die Anlegung von Abortanlagen schon gegeben haben. Die Abfallrohre sind über Dach zu führen, die Gefäße, welche Fäcalien und Torfstreu aufnehmen, luftdicht mit dem Abfallrohr zu verbinden, und es ist auf eine geeignete Ventilation der Anlage Bedacht zu nehmen.

Auch in Verbindung mit Grubensystem hat man Torfmull verwendet. Man bringt in die Grube eine dicke Schicht Torfstreu um die auffallenden Fäcalien und Harn aufsaugen zu lassen. Außerdem wird von Zeit zu Zeit noch Torfmull aufgeschichtet. Bei gewissenhafter Vornahme dieser Procedur bietet dieses Verfahren manche Vorzüge. Da der Inhalt der Grube alsdann nicht flüssig, sondern fest ist, kann bei Torfmullverwendung eine Verunreinigung des Bodens nicht stattfinden. Die in der Grube sich entwickelnden Gase sind nicht oder nur wenig übelriechend. Die Räumung der Grube und die Verfrachtung des Inhalts bietet keinen Anlass zu Beschwerden.

Die Canalisation.

Die wichtigeren für die Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe verwerteten Methoden sind in Vorstehendem beschrieben. Als brauchbar erweisen sich auch für den Großbetrieb mannigfache. So kann z. B. eine mit wasserdichten Senkgruben versehene Stadt ohne wesentliche Bodenverunreinigung bestehen, das Tonnensystem gewährleistet noch sicherer

die Reinhaltung, ebenso würde das Separatsystem oder das pneumatische System nach geringen Modificationen den Ansprüchen genügen können.

Keines dieser Systeme stellt aber an sich ein System der Städtereinigung dar: außer einer wohlorganisierten Einrichtung zur Abfuhr des Strassenkehrichtes und von Müll bedarf es noch außerdem der systematischen Canalisation.

Wenn wir uns der Canalisation zuwenden, welche eine so große Rolle in der Städtereinigung spielt, so drängt sich zunächst der Gedanke auf, dass dieselbe im Wesentlichen aus der Nothwendigkeit, dem Regen Abfluss zu gewähren, herausgewachsen ist.

Ohne den geordneten Ablauf des Meteorwassers würde eine sehr hochgradige Verschmutzung der Strassen eintreten, Tümpel und Pfützen sich bilden. Jede Entwickelung des Verkehrs fordert mit aller Macht die Beseitigung des Regenwassers aus den Strassen.

Die für das Regenwasser vorbereiteten Wege, Gräben und Gossen hat man dann auch benützt, um die im Hause erhaltenen Abfallwässer zu entfernen. Überall hat man diese Abzugsgräben dann mit dem nächsten Wasserlauf, einem Flusse oder Bache, in Verbindung gesetzt.

Da die oberirdische Abführung der Tagewässer in den größeren Städten mancherlei Schwierigkeiten, die wieder in erster Linie den Verkehr betreffen, begegnet, so sehen wir schon in alten Zeiten die Durchführung des unterirdischen Canalsystems als Auskunftsmittel sich entwickeln. Wir erinnern hier an die musterhafte Canalisation des alten Rom, welche bereits unter seinem fünften Könige Tarquinius Priscus begonnen wurde; der große Sammelcanal, die cloaca maxima, führte die Abwässer des alten Rom nach der Tiber, und heute noch ist er vollkommen erhalten.

Die Canäle, in erster Linie bestimmt, das Regenwasser zu beseitigen, haben überall die Reinigung der Städte von den Schmutzstoffen mit übernommen.

Nach den Gräben wie nach den Canälen gelangen die allermannigfaltigsten Flüssigkeiten und Suspensa; sie stellen theils das einzige System der Städtereinigung dar, indem man ihnen außer allem in Wasser Löslichen oder zu Suspendierendem auch den Koth und mancherlei Festes, wie kleinere Küchenabfälle, überantwortet, theils besorgen besondere Einrichtungen die Beseitigung der Fäcalien, Grubensystem, Tonnensystem, Liernur-System u. s. w.

Wenn ein systematisch angelegtes unterirdisches Röhrensystem sich nur mit der Beseitigung der Tagewässer ausschließlich der Fäcalien beschäftigt, so reden wir von der Canalisation; werden aber die Fäcalstoffe mit den übrigen Abfallstoffen durch die Canalanlage entfernt, so spricht man von der Schwemmcanalisation und dem Schwemmsystem.

Da die beiden Einrichtungen Canalisation und Schwemmsystem sich nur durch die Hausanschlüsse der Water-Closets unterscheiden, bedarf es im Folgenden keiner wesentlichen Trennung der Betrachtung.

Welch' bedeutende Mengen von Unrathstoffen dem Boden überantwortet werden, wenn keine Canalisation dieselben beseitigt, ergibt sich aus der hochgradigen Verschmutzung, welche die Canalwässer auch dort aufweisen, wo man die Fäcalien von ihnen fern hält; und

doch geben die Canalwässer nur ein annäherndes Bild der Bodenverunreinigung. Würden alle jene Massen, welche die Canäle beseitigen, im Wesentlichen dem Boden überantwortet werden, so haben dieselben, ehe sie dort vollkommen eingesaugt werden und trocknen, Gelegenheit zur Zersetzung und reichlicher Vermehrung der Bakterien; in den Canälen dagegen werden die Stoffe rasch aus den Städten entfernt, ohne dass zu weiter wesentlicher Vermehrung der Keime Zeit bleiben dürfte. Hierin liegt ein bedeutender, nicht zu unterschätzender Wert der Canalisation.

Unter den zur Entfernung der Meteorwässer und flüssigen Abgange aus den Städten dienenden Einrichtungen sind die Gossen und offenen Rinnen, da in denselben theils die schwemmbaren Stoffe zur Ablagerung gelangen, theils zu Zersetzungen und Anhäufung von Mikroorganismen Veranlassung geben, die schlimmsten. Die Rinnen und Gossen trocknen häufig aus und der verstäubende Inhalt findet reichlich Gelegenheit, sich weiter zu verbreiten.

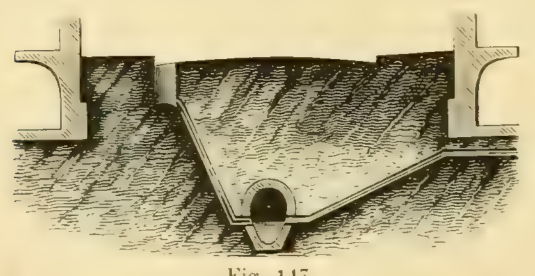


Fig. 147.

Der Boden im Umkreis der Rinnen und Gossen wird erheblich verunreinigt und würde es in noch höherem Grade, wenn nicht der bakterienhaltige Schlamm selbst ein Hindernis für das Durchtreten von Schmutzstoffen in den Boden bilden würde.

Die älteren Canalsysteme waren, vom sanitären Standpunkte aus betrachtet, recht ungenügende Einrichtungen, namentlich dort, wo es an Wasser zur Durchspülung mangelte. Die Schwemmstoffe setzten sich ab, füllten die Canäle mehr oder minder aus, die Undichtigkeit der Canäle ließ bedeutende Quantitäten hindurchtreten und führte zu hochgradiger Bodenverunreinigung. Wenn man daher Gossen und schlechte Canäle als lang gestreckte Senkgruben zu bezeichnen pflegte, so war dies in der That zutreffend.

Wir haben schon früher hervorgehoben, dass eine geordnete Canalisation unter allen Umständen nothwendig ist, gleichgiltig ob man die Fäcalien mittelst der Canäle entfernen will oder nicht.

Die Canäle haben die Aufgabe, die schmutzigen und fäulnisfähigen Stoffe, welche einerseits einen günstigen Nährboden für niedere Pilze abgeben können, und andererseits von diesen häufig schon in ausgedehntestem Masse besiedelt sind, möglichst rasch aus den Städten zu entfernen und auch dem Meteorwasser den raschen Ablauf gestatten.

Ein Canalsystem stellt ein meist unter dem Straßendamm belegenes, weit verzweigtes Röhrennetz dar. Die kleinsten Canäle, beziehungsweise Röhren, liegen unter der Kellersohle des Hauses (s. Fig. 147) und empfangen von hier entweder die Fäcalien und Hauswässer und jene Regenwässer, welche von den Dächern und Höfen abfließen, oder den Zulauf von Schmutzwasser vom Straßendamme und Drainagewasser.

Diese kleinsten Hauscanäle münden in die Straßencanäle, und zwar am besten unter spitzem Winkel in einiger Höhe über dem Boden. Mehrere Straßencanäle vereinigen sich zu einem größeren Sammelcanal, der in der Regel einer der Hauptstraßen folgt, und mehrere Sammelcanäle geben ihren Unrath an den Hauptcanal ab.

Vielfach hat man früher den Hauptcanal parallel einem Flusse gelegt (intercepting sewers) und seitlich die Sammelcanäle einmünden lassen (Bazalgette); in anderen Fällen theilt man eine Stadt in mehrere „Entwässerungsbezirke" mit mehreren radialgestellten Hauptcanälen, weshalb man auch von dem Radialsystem spricht (Hobrecht).

Die Hauptcanäle führen die Abwässer einer Stadt, meist erst weit entfernt von dieser, entweder direct den Flüssen oder dem Meere zu, oder die Canaljauche wird vorher bestimmten Reinigungsprocessen, sei es durch chemische Fällungsmittel, sei es durch Filtration oder Berieselung unterworfen.

Der sanitäre Wert einer Canalisation ist wesentlich von der Art ihrer technischen Durchführung abhängig.

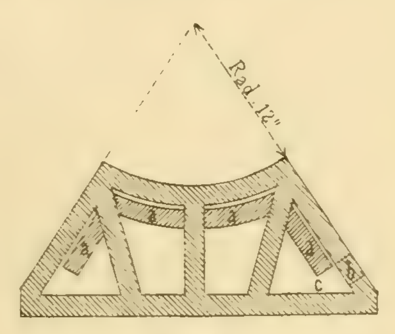


Fig. 148.

Zu Hauscanälen verwendet man meist Röhren aus gebranntem Thon von 16—34 *cm*. Durchmesser; zu den Straßencanälen benützt man dann weitere aus glasiertem Thon oder auch aus Steingut und Betonröhren. Die Sammelcanäle und Hauptcanäle werden aus Mauerwerk und in solchen Maßen ausgeführt, dass sie begehbar sind.

Den alten Canalsystemen hat man mit Fug und Recht nachgesagt, dass sie nicht ausreichend ihren Inhalt zurückhielten, dass sie vielmehr denselben hindurchsickern ließen, und dadurch Gelegenheit zur Verschmutzung des Bodens gäben. Dieser Einwand ist bei den in der Neuzeit angelegten Canälen nicht mehr zulässig. Sie werden meist aus klinkerharten, gebrannten Ziegelsteinen in Cement gemauert oder auch aus Beton hergestellt.

Als Fundamente zu den gemauerten Canälen bieten den größten Vortheil hartgebrannte Sohlstücke aus Thon, von der in Fig. 148 abgebildeten Form. Dieselben haben bei *b* eine etwa zollgroße Öffnung, so dass hier Wasser aus dem umgebenden Erdreich in den Hohlraum dringen kann. Der Canalinhalt hat dagegen mit letzterem keinerlei Communication. Das Bodenwasser fließt demnach in den Sohlstücken wie in einem besonderen Canalsystem durch die Hohlräume *c*. *a* bezeichnet das sichtbare Muffenende des folgenden Sohlstückes. Die Sohlstücke erzielen eine bedeutende Drainage des Städtebodens, durch welche namentlich den Kellerräumen Wasser entzogen und diese trocken gelegt werden.

Auf das als Grund dienende Sohlstück aus Thon wird der übrige Canaltheil mit gut gebrannten Ziegeln in Cement gemauert oder in Beton gearbeitet. Soweit das Sohlstück reicht, ist von einem Durchdringen von Canalflüssigkeit nach Außen keine Rede. Dagegen hegt man Be-

fürchtung bezüglich des gemauerten Theiles der Canäle. Es ist ja bekannt, welch' nachtheiligen Einfluss der Canalinhalt auf Eisen, Mörtel und Mauersteine ausübt, wodurch dann eine chemische Veränderung, Lockerung und Undichtwerden nicht ausgeschlossen ist.

Wir haben bei dem Grubensystem diesen Einfluss der Abtrittjauche schon besprochen. Für die Canäle ist die Gefahr der Zerstörung des Mauerwerks allerdings viel geringer als bei den Gruben, weil die Canaljauche außerordentlich verdünnt ist. Ja man hat auch durch directe Untersuchung zeigen können, dass in der That bei gut gemauerten Canälen ein Hindurchtreten von Flüssigkeit nach außen kaum bemerkbar wird.

Der Boden in der Umgebung gut construierter Canäle erwies sich ebenso rein, als wenn keine Canäle angelegt gewesen wären (Wolffhügel).

Kleinere Undichtigkeiten würden sich bei den Canälen ebenso verlegen, wie bei jedem Filter allgemach ein Dichterwerden und Verstopfen zu beobachten ist. Bei Canalanlagen, welche in dem Grundwasser liegen, beobachtet man ein Eindringen von Wasser in das Canalsystem. Dieses Wasser wird offenbar durch kleine Fugen hindurchgepresst und lässt noch nicht auf ein Aussickern der Canalflüssigkeit nach Außen schließen. (Danzig, Breslau.

Der Druck des auf den Canalwandungen lastenden Grundwassers ist ein bedeutender und trifft den Canal an allen Stellen, auch an solchen, welche von dem Canalwasser nie berührt werden. Die Canalflüssigkeit dagegen vermag nie einen größeren Filtrationsdruck auf die Wandungen auszuüben, und fließt meist auf dem vollständig impermeablen Sohlstücke.

Nach erfolgter Canalisation pflegt in der Regel der Grundwasserstand etwas zu sinken und der Boden trockener zu werden. Dies wird selbst da beobachtet, wo die Sohlstücke nicht zur Drainierung des Bodens benützt werden.

Es beruht dies aller Wahrscheinlichkeit nach darauf, dass durch das Ausheben des Bodens zum Zwecke des Canalbaues die natürliche Lage der Wasser führenden Schichten durchbrochen wird und das Grundwasser Gelegenheit findet, neben dem Canale in lockerem Erdreich sich auszubreiten und weiterzuströmen (Erismann).

Die Güte eines Canalsystems hängt wesentlich von dem richtig gewählten Canalprofile ab. Die beste Form für die als Straßencanäle fungierenden Thonröhren, sowie für die Sammel- und Hauptcanäle ist die Eicontour (s. auch Fig. 146) mit dem schmalen Ende nach unten gerichtet. Diese Form der Canäle erlaubt auch bei sehr geringen Flüssigkeitsmengen noch eine große Geschwindigkeit derselben und verhindert das Absetzen von Schlamm. Damit jederzeit genügend Wasser im Canalsysteme sich finde, muss die Größe des Querschnittes sorgfältigst ausgewählt werden.

Der Zufluss der Canäle hängt einerseits von dem Regenwasser, andererseits aber von dem Zulauf der Hauswässer (Küchenspülwasser, Closetwasser u. s. w. ab).

Ein geordnetes Canalsystem soll diesen verschiedenen Bedürfnissen angepasst sein. Das sogenannte Verbrauchswasser wird oft um das zwanzig- bis dreißigfache durch das Regenwasser übertroffen, weshalb die Größe der Canalquerschnitte von dem letzteren bestimmt werden; freilich verdunstet ein Theil des fallenden Regens, ein Theil wird von

den Gärten und unbebauten Plätzen aufgenommen, so dass man die Canäle meist nur für ein Drittel der fallenden maximalsten Regenmenge einzurichten pflegt. In maximo wird die stündliche Regenmenge 30 *mm* nicht überschreiten. Wollte man aber selbst für eine Wassermasse, welche 10 *mm* entspricht, die Canalanlage durchführen, so würden zur regenlosen Zeit mancherlei Misstände sich herausstellen und die finanziellen Opfer unverhältnismäßig große sein. Man hat daher noch gewisse Kunstgriffe angewendet, um die Profile der Siele auf einen kleineren Wert als ein Drittel der maximalsten Regenmenge zurückzuführen; solche sind die sogenannten „Noth- oder Sturmauslässe." Man versieht die Canäle mit Klappvorrichtungen oder mit Überläufen, welche nach einem weiten, direct dem Flusse zuführenden Canale führen. Die Hauptmasse des Wassers wird bei starkem Regenfall daher durch die relativ wenig kostspieligen Auslässe rasch entfernt, und das übrige Sielsystem kann auf kleinere Dimensionen eingerichtet werden. In Deutschland sind in manchen Fällen die Canäle nur für eine Regenmenge von circa 1 *mm* eingerichtet (Berlin, Frankfurt, München), indess der Überschuss den Nothauslässen überantwortet wird. In England werden vielfach noch geringere Maße genommen, ohne dass sich Übelstände herausgestellt haben.

Liernur sucht in einer anderen Weise als durch Nothauslässe die große Menge atmosphärischer Niederschläge zu bekämpfen. Bei den modernen Straßenanlagen ist die Straßenbahn leicht gewölbt, einerseits um eine größere Festigkeit und innere Spannung der Pflasterung zu erzielen, andererseits um das frühzeitige Entstehen von Mulden und Vertiefungen zu vermeiden. Durch die Wölbung jedoch wird auch das Ablaufen des Meteorwassers nach den Canälen begünstigt; vom Regen benetzte Straßen trocknen leicht.

Liernur schlägt an Stelle des gewölbten Straßendammes vollkommen planierte Straßen vor; der Regen würde in denselben naturgemäß einige Zeit stagnieren, weil der Ablauf gehemmt ist. Die Menge des verdunstenden Wassers würde vermehrt, jene des mit den Canälen abzuführenden aber vermindert. Nach einem starken Regen müsste die Straße mit einer mehr oder minder hohen Schicht Regenwasser überflutet sein, ein Zustand, der für moderne Städte unerträglich wäre. Die vollkommene Planierung einer Straße würde aber auch wegen der bald durch Ausfahren entstehenden Gruben ohne Ablauf, den sanitären Bestrebungen nicht entsprechen.

Den Canälen soll nur leicht schwemmbares Material überantwortet werden; je größer die festen Partikelchen sind, welche das Canalwasser transportieren soll, um so lebhafter muss auch der Wasserstrom in den Canälen werden. Feiner Thon bedarf nur einer Stromgeschwindigkeit von 0·076 *m* pro Secunde; feiner Kies bedarf aber bereits einer Geschwindigkeit von 0·305 *m* pro Secunde, und eigroßer Schotter einer solchen von 0·91 *m* (Bazalgette).

Die Einläufe in den Canal, namentlich jene von den Straßen aus, sollten daher stets mit Gittern versehen sein. Außerdem aber lagert sich besonders leicht in den Canälen der Straßenschlamm ab, welcher die durch den Gebrauch abgeriebenen Bestandtheile des Pflasters mit sich führt; auch diese Theilchen bleiben daher von vorneherein den Canälen am besten ferne. Man erreicht die Beseitigung dieser Massen durch die

Anlegung sogenannter Schlammkästen (Gullys). Fig. 149. Die Straßenwässer laufen durch das Gitter *b* erst in einen in einer engen Grube *a* befindlichen eisernen Kasten *d*, setzen dort die schwersten Bestandtheile ab und fließen durch Überlauf nach den Canälen *c*. Der Schlammkasten muss von Zeit zu Zeit ausgehoben und entleert werden; er fasst meist nicht mehr als 1 m^3 Inhalt.

Da ein großer Theil der den Canal verschlammenden Absätze durch schlechtes und leicht abnützbares Pflaster erzeugt wird, z. B. durch Macadam, so kann eine gute Pflasterung die Canalisation wesentlich fördern und unterstützen.

Die Schlammfänge oder Gullys haben (*c*) ein nach oben gebogenes Überlaufrohr, wodurch ein Wasserverschluss des Canals herbeigeführt wird. Die Canalgase würden nur bei völliger Austrocknung nach *a* und von dort durch das Gitter *b* nach der Straße gelangen können.

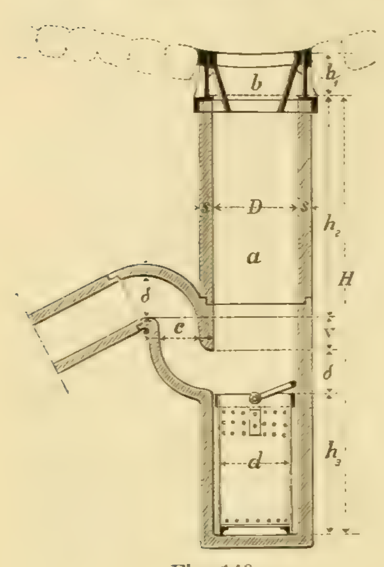


Fig. 149.

Die den Canälen überantworteten Flüssigkeiten enthalten immer neben den gelösten eine große Menge suspendierter Stoffe, deren Fortbewegung eine gewisse Wasserquantität voraussetzt. Würde man sich bei Canalanlagen etwa nur auf den Regen verlassen wollen und durch diesen die Spülung der Canäle zu erzielen trachten, so würde dies alsbald zu einer Verschlammung der Canäle führen. Es ist daher die Wasserversorgung einer Stadt meist eine Maßregel, welche der Canalisation vorausgehen muss. Aber wenn auch die Bestandtheile schon mit reichlich Wasser gemengt den Canälen überantwortet werden, so bedarf man zur befriedigenden Reinhaltung doch noch anderer Maßnahmen. Wenn möglich, wird man zeitweise eine Spülung des Canals mit Flusswasser vornehmen. Außerdem werden vielfach an den Einsteigeschachten der Canäle Thüren angebracht, welche mehr oder minder hoch das Canalprofil schließen. Dadurch wird das Wasser gestaut und nun wird mittelst eines Hebels plötzlich die „Schwemmthüre" geöffnet. Der mächtige Anprall des Wassers reißt kleinere Ablagerungen der Siele mit sich fort. Die begehbaren Canäle werden mechanisch gereinigt.

Zum Betreten der Canäle dienen Einsteig- oder Lampenschachte. Dieselben werden auch zweckmäßigerweise zwischen nicht begehbaren Canalabschnitten eingebaut, damit man etwaige Verstopfungen der Röhren leicht wahrnehmen und beseitigen kann.

Die Canäle müssen in möglichst geraden Linien angelegt sein, in spitzem Winkel ineinander münden und mit einem derartigen Gefälle angelegt sein, dass einerseits die ungelösten, fein vertheilten Gegenstände weggeschwemmt werden und keine Ablagerungen stattfinden, und dass

andererseits die Canäle nicht trocken laufen. Es muss deshalb sowohl ein zu schwaches als auch ein zu starkes Gefälle vermieden werden. Die Erfahrung lehrt, dass diesen Forderungen am nächsten entsprochen war, wenn die Abflussgeschwindigkeit in den Canälen, die einen Durchmesser von 1 *m* und darüber haben, mindestens 0·6 bis 0·8 *m* in der Secunde, für kleine Canäle von 0·15 bis 0·5 *m* Durchmesser mindestens 1 *m* beträgt, so dass das Wasser in den großen Canälen etwa 2 *km* in der Stunde zurücklegt, in den kleineren aber etwas über 4 *km*.

Für größere Canäle mit 1 *m* Durchmesser und 0·5 *m* Wassertiefe reicht ein Gefälle von 0·75 pro mille (bei 0·8 *m* Geschwindigkeit), für mittlere Canäle ein Gefälle von 2·4 pro mille, für kleine ein solches von 10 pro mille (Bürckli). Je kleiner die Wassermenge aber wird, um so geringer wird auch die Spülkraft des Wassers.

Bei einem hügeligen Terrain oder bei sehr ebener Lage eines Ortes ist es oft schwer, das an sich unbedeutende Gefälle herauszubekommen, welches für die Canäle nothwendig ist. Es wird daher häufig nöthig, die Cloakenstoffe mittelst Maschinen zu heben, was durch sogenannte Pumpstationen geschieht.

Um Flussläufe mit Canälen zu kreuzen, führt man Eisenrohre unter dem Flussbett weiter (Dücker); eine Verschlammung findet an diesen Stellen nur selten statt.

Die in den Canälen fließende Jauche besteht zwar aus fäulnisfähigen Stoffen aller Art, welche auch eine sehr bedeutende Menge von niederen Organismen mit sich führen neben reichlichen Mengen anorganischer Bestandtheile; trotzdem ist das Aussehen des Sielwassers meistens nicht so schlimm, als man sich vorzustellen pflegt.

Der Canalinhalt ist ein ziemlich wechselndes Gemenge von Substanzen und je nach der Concentration und der Zeitdauer des Aufenthaltes in den Canälen von sehr verschiedenem Aussehen.

Das Wasser des Sammelcanals von Paris bei Clichy ist tiefschwarz, mit organischen Resten aller Art, mit Gemüsen, Pfropfen, Geweben, Haaren, Cadavern von Hausthieren beladen, mit einer fettigen Schicht überzogen. Es bringt große Mengen schlammiger und suspendierter Massen mit sich und befindet sich in hochgradigster, eckelerregender Zersetzung; von ähnlicher Beschaffenheit scheint auch das Sielwasser von London, das weit unterhalb der Stadt in die Themse geleitet wird, zu sein. Das Flusswasser wird so hochgradig verunreinigt, dass die den Fluss passierenden Schiffe über den üblen Geruch Klage führen.

Das Canalwasser muss aber nicht die eben genannten Eigenschaften besitzen. In gut angelegten, gut ventilierten und reichlich geschwemmten Canälen ist es leicht gelblich bis braun gefärbt, in mäßiger Schicht ziemlich durchsichtig, ja vielfach nur opalisierend. Unter den suspendierten Theilchen wird namentlich das Papier dort auffällig, wo durch die Canalisation auch die Fäcalien entfernt werden.

Die chemische Zusammensetzung einiger Canalwässer ist, für 1 Liter berechnet, folgende:

Canalwässer aus Städten	Suspendierte Schlammstoffe		Gelöste Stoffe				
	unorgan. *mgr.*	organ. *mgr.*	im Ganzen	Gesammt-Stickstoff	Chlor	Salpeter-säure	organ. Stoffe (Glühverlust)
I. mit Schwemmsystem (incl. der Fäcalien)							
1. englisches Canalwasser, 50 Analysen aus 16 Städten	241·8	205·1	722·0	77·3	106·6	0·03	46·9*)
2. Berliner Canalwasser, 2 Analysen	209·5	326·5	850·0	86·7	167·5	0	292·1
II. mit Abortgruben (excl. der Fäcalien							
1. englisches Canalwasser, 50 Analysen aus 16 Städten	178·1	213·0	824·0	64·5	115·4	0	44·8*)
2. Münchener Canalwasser, bei Tag	49·0	31·0	381.0	—	—	—	219·0
Münchener Canalwasser bei Nacht	84·0	77·0	342·0	—	—	—	333·8

Interessant sind in diesen Zusammenstellungen die Analysen der englischen Canalwässer, da sich aus denselben ergibt, dass die Zusammensetzung des Canalinhaltes fast gar nicht durch die Zuleitung der Fäcalien oder deren Ausschluss von der Siele beeinflusst wird.

Grandeau hat die Spüljauche von Roubaire untersucht, und zwar an Wochentagen und an Sonntagen.

In 1 Liter Spüljauche sind

	an Werktagen	an Sonntagen
Rückstand	5911 *mg*	1300 *mg*
Fette	1663 „	35 „
Organisches	80 „	6 „
Ammoniak	15 „	1 „
Stickstoff	95 „	7 „
Phosphorsäure	559 „	44 „
Kali	348 „	108 „

Am schmutzigsten war das Sielwasser um 5 Uhr morgens, was wohl auf den geringen Zulauf reinen Wassers während der Nacht zu beziehen sein dürfte.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Canalwassers findet sich eine sehr reichliche Menge von Organismen. Von Infusorien kommen in großer Zahl Monaden, Euglenien, reichlich Amöben, Vorticellen, Colepinen, Parameceen und Oxytrichinen vor.

*) Als Kohlenstoff bestimmt

Von Räderthierchen, namentlich Rotifer vulgaris. Von Algen Diatomaceen, besonders Navicula, Diatoma, Pleurostaurum, dann Bacillarien, Ulothrix, Protococcus, Oscillarien, Phormidium, Spirulina; ferner Hefe-Schimmel- und Spaltpilze.

Die niederen thierischen Organismen sieht man vielfach an den flockigen Partikelchen haften. Dies gilt besonders von den Amöben.

Das Sielwasser führt also stets eine beträchtliche Menge der Zersetzung fähigen Materiales mit sich, und diesem beigemengt niedere Organismen thierischer und pflanzlicher Herkunft. Die Verunreinigungen, die wir früher bereits für das Trinkwasser beschrieben, treten hier in verstärktem Maße hervor. Ihre Zahl unterliegt täglichen, ja stündlichen Schwankungen je nach der Art der Abgänge, aus denen das Canalwasser sich zusammensetzt und je nach der Menge des beigemengten reinen Wassers.

Näheres ist uns über die Zahl der in den Sielwässern vorkommenden niederen Pilze bekannt geworden. In der Berliner Spüljauche (Druckrohr bei Falkenberg) fanden sich 38,000.000 Keime in 1 cm^3 (Koch), im Pariser Canalwasser 120.000 (Durand-Cleye) bis 6,000.000 Keime (Miquel), im Petersburger Canalwasser nur 10.500 bis 21.632 (Pöhl). Letzteres dürfte wohl mit einer sehr reichlichen Menge reinen Wassers gemengt sein. In dem Pariser Straßenwasser, das nach den Canälen fließt, war für 1 cm^3 127.000 Keime (Durand-Cleye), im Waschwasser von Waschanstalten 25,000.000 bis 40,000.000 (Miquel). 1 Gramm frischer Fäces liefert bei mittlerer gemischter Kost des Menschen 381 Millionen Keime (Sucksdorff).

Da von dem Menschen auf den verschiedenartigsten Wegen im Verlaufe von Krankheiten die Infectionserreger abgegeben werden, z. B. bei Typhus und Cholera mit dem Kothe, bei Cholera im Erbrochenen, bei Phthise mit dem Auswurf und den Dejectionen u. s. w., da es sich ferner mit Krankheitskeimen der Thiere ähnlich verhält, da endlich manche Keime wohl auch als eigentliche Bodenkeime anzusehen sind, so unterliegt es keinem Zweifel, dass pathogene Keime aller Art mittelbar oder unmittelbar nach den Canälen gelangen müssen. Das Bestreben der Bodenreinhaltung wird ja überhaupt nur erreicht, wenn den Canälen eben das Krankmachende und Schädigende überantwortet wird.

Selbst wenn man die Fäcalien bei Abfuhrsystemen von den Canälen frei zu halten sich bestrebt, wird die Qualität wie Quantität der Keime im Sielwasser kaum eine sehr wesentliche Änderung erfahren und das letztere von seinen sonstigen Eigenschaften wenig einbüßen. Einerseits geht dies aus dem Vergleiche der Sielwässer in England mit und ohne Einleitung der Fäcalien deutlichst hervor (s. S. 369); es wird auch noch dadurch verständlich, dass es eben nie gelingt, die Fäcalien ganz exact vom Canalsystem fern zu halten, und dass abgesehen von den Fäcalien in dem Straßenwasser, Küchen- und Waschwasser u. s. w. sehr keimreiche Flüssigkeiten den Canälen zugeleitet werden. Namentlich auf die vielfach ganz unterschätzten Abgänge aus den Waschküchen sei hier hingewiesen. Rintaro Mori hat aus Canalwasser drei für Thiere pathogene Arten von Keimen gezüchtet. Ullmann hat im Wienfluss, der stark mit Abfallwässern verunreinigt ist, Staphylokokken gefunden. Auch toxisch wirkende Stoffe finden sich, wie durch Injection von Canalwässern bei Thieren erwiesen ist (Emmerich). Dass trotz fortgesetztem Trinken

von Canalwasser Emmerich keine weiteren Folgen beobachtete, muss entweder auf das zeitweilige Fehlen einer größeren Anzahl von pathogenen Keimen zurückgeführt werden oder auf das Fehlen einer zur Infection nothwendigen Disposition, oder auf die schwierige Infectionsfähigkeit vom Magen aus.

Das Canalwasser verweilt innerhalb des Stadtbezirkes bei normalem Gefälle nur ganz kurze Zeit. Bei der niedrigen Temperatur des Canalwassers und der Concurrenz mit anderen Keimen ist nach Analogien der bei dem Trinkwasser citierten Versuche eine wesentliche Vermehrung der pathogenen Keime kaum anzunehmen, wenn schon der größere Reichthum an organischen Stoffen im Sielwasser als begünstigendes Moment aufgefasst werden muss.

Der Inhalt der Siele kann also unter keinen Umständen für sanitär unbedenklich erklärt werden.

Können nun aber von dem Sielinhalt weitere Gefahren für die Gesundheit ausgehen?

Man hat die Canalluft für das Entstehen einer Reihe von Krankheiten verantwortlich gemacht, namentlich den Abdominaltyphus hat die engliche Sewergas-Theorie als eine durch die genannten Gase erzeugte Krankheit bezeichnet und von mancher Seite werden die epidemisch auftretenden Diarrhöen (Wilson), Gastroenteritis, Nephritis, allgemeine Abgeschlagenheit, Angina, Neuralgie hinzugerechnet (Hun). In diesem Umfange aber ist eine schädigende Wirkung der Canalluft wohl kaum zu erweisen.

Wenn wir uns dem sanitären Einflusse der Canalgase zuwenden, so verstehen wir unter letzteren nur jene Luft, die sich in normal eingerichtet und normal betriebenen Canälen findet. In erster Linie fällt Jedem beim Betreten eines Canals auf, dass die Luft sicherlich nicht hochgradig verunreinigt ist, und zeitweise kann überhaupt kaum ein empfindliches Geruchsorgan einen Unterschied zwischen Straßen- und Sielluft constatieren.

Der Sauerstoffgehalt der Sielluft wird meist völlig normal befunden, erhöht dagegen stets der Kohlensäuregehalt. 0·1 bis 0·3 Procent Kohlensäure sind nicht selten. Es ist wenig Ammoniak und kein Schwefelwasserstoff vorhanden. Die Sielluft eines guten Canalsystems ist demnach ihrer chemischen Zusammensetzung nach nur unwesentlich verändert. Ja, die Veränderungen beweisen nicht einmal, dass Fäulnis- und Zersetzungsprocesse wesentlicher Natur in dem Canale selbst stattfinden. Die Kohlensäure der Sielluft kann zum großen Theil durch Abdunsten von Kohlensäure aus dem Leitungs- und Sickerwasser entstanden sein, zum Theil auch durch Ausscheidung bei der Vermengung des Sielwassers mit außerhalb der Siele zersetzten Abfallwässern, und ebenso dürfte es sich mit dem Ammoniak und den riechenden Stoffen verhalten.

Man hat auch die Sielluft auf Bakterien untersucht und gefunden, dass sie weit weniger Keime enthält als die Luft in den Straßen (Arnould, Petri). Carnelley und Haldane bestimmten

in 1 *l* Canalluft . . .	8·9	Keime,
„ 1 *l* Außenluft . . .	15·9	„
„ 1 *l* Wohnungsluft . .	60·0	„

Unter den Keimen fanden sich bis jetzt keinerlei pathogene Arten. Der geringe Keimgehalt der Sielluft muss offenbar auf die Benetzung der Sielwandungen zurückgeführt werden. Doch könnte durch Zerstäuben von Flüssigkeiten, wie sie bei unzweckmäßiger Einleitung der Hausleitungen in die Canäle sich ergibt, ein erhöhter Keimgehalt recht wohl entstehen.

Trotzdem wir also sehr wesentliche Abweichungen der Canalluft bei normalem Gefälle und normaler Spülung der Canäle nicht finden, darf aber doch nicht übersehen werden, dass Canalluft eine normale Luft nicht mehr ist, und dass keineswegs allezeit die Canalgase eine für die Gesundheit unschädliche Zusammensetzung haben. Bei Constructionsfehlern finden Ablagerungs- und stinkende Fäulnisprocesse statt; Parent-Duchâtelet fand in der Luft eines älteren Pariser Canals nur 13·9 Procent Sauerstoff und 3 Procent Schwefelwasserstoff. Ferner kommen auch bei den besten Canälen zeitweise durch Hinzulassen aufgespeicherter Abfallmassen plötzlich hochgradige Verunreinigungen zu Stande. So wahrscheinlich es also ist, dass durch die Canalgase bei normalem Betriebe kaum eine Schädigung hervorgerufen werden dürfte, so thöricht wäre es doch, directe ununterbrochene Verbindungen unserer Wohnungen mit den Canälen herzustellen. Auch ein guter Canal kann durch den Wechsel in der Sorgfalt der Bedienung zu einem ungesunden werden, wie nur zu häufig beobachtet wird.

Wie erwähnt, steht bei vielen englischen Ärzten fest, dass mit der Canalluft, wenn Typhusstühle in die Canäle gerathen sind, der specifische Typhuskeim in den Häusern Verbreitung finden kann und ebensolche Annahmen werden für Diphtherie und Cholera u. s. w. gemacht. Auf diese Weise erklärt Buchanan die Epidemie von Croydon 1875, Radcliffe die Ausbreitung der Cholera in London, Scot und Litteljohn jene von Selkirt 1876. Ähnliche Beobachtungen will man auch in Köln gemacht haben. Als während eines Winters durch Frost des Rheins der Stadtcanal in seinem Ablaufe gehemmt war, entwickelte sich in der betreffenden Stadtgegend in allen Häusern, deren Abtritte mit dem Stadtcanal in Verbindung standen, ein gastrisch nervöses Fieber. Wo die Verbindung mit dem Canal fehlte, trat auch kein Fieber auf.

Aber ebenso wird andererseits auf Grund der zuverlässigsten statistischen Angaben für Deutschland jeder ursächliche Zusammenhang zwischen Canalgasen und der Entstehung von Typhus, Cholera, Diphtherie bezweifelt (Sovka). In Hamburg kamen vor der Besielung (1838 bis 1844) auf je 1000 Todesfälle 48·5 Typhusfälle, während des Baues (1844 bis 1861) 27·1, nach der Besielung (1862 bis 1870) 18·3 Typhusfälle. In Danzig starben vor der Besielung (1863 bis 1871) im Ganzen 630 Personen an Typhus, von 1872 bis 1879 nach Vollendung der Besielung jährlich 27 Personen. Unter dem Einflusse der Besielung hat sich also die Zahl der Typhen nicht vermehrt, wie man nach der Sewergas-Theorie erwarten sollte, sondern stets vermindert.

München besitzt eine große Anzahl von Straßen (320 von 453) ohne Canäle, aber mit Grubensystem, 77 Straßen haben Canäle alten Systems und 56 Straßencanäle mit modernem Sielsystem. Die Typhuserkrankungen sind in diesen einzelnen Gruppen in ganz verschiedenem Grade vermindert worden, in den gut besielten Straßen um 22·2 Procent, in den Straßen mit alten Canälen von 10·1 Procent, in den nicht canali-

sierten Bezirken um 8·3 Procent. Wie schon hervorgehoben wurde, starben in München, als es sozusagen noch ohne Canalisation war, etwa 500 Personen für 100.000 Lebende berechnet im Jahre an Typhus, heute nach größtentheils durchgeführter Canalisation etwa 10 Personen, also um das Fünfzigfache weniger.

Trotz dem Dargelegten wird man fordern müssen, die Canalgase von den Wohnungen fern zu halten, und dieser Abschluss ist im Principe überall durchgeführt, wo es sich um eine geordnete Canalisation, deren Erfolge wir eben besprochen haben, handelt.

Alle Röhrensysteme, welche Communication mit den Canälen herstellen, müssen mit Wasserverschlüssen versehen sein und ferner soll die Siele gut ventiliert werden, um eine Anhäufung und Concentration der Canalgase zu vermeiden.

Eine Ventilation der Canäle erreicht man am einfachsten, wenn bei dem Schwemmsystem die Fallrohre der Abtritte über das Dach verlängert werden, oder bei einfachem Canalisationssystem ohne Schwemmung, wenn die Regenrohre über Dach verlängert werden. Die Anlage besonderer Ventilationsthürme, welche an den Endpunkten der Canäle angebracht, eventuell durch Heizung die Canalluft ansaugen bedarf es nicht.

Da also im Wesentlichen die Regenrohre und Abtrittschläuche die Ventilation zu besorgen haben, so ist es selbstverständlich, dass die Anbringung von Syphons d. h. Wasserverschlüssen in unmittelbarer Nähe des Canales, wie es in England üblich ist, unthunlich ist. Die Luft würde ja dadurch gehindert werden zu entweichen.

Die Wasserverschlüsse haben uns vor dem Eindringen von Canalgasen im Hause selbst zu schützen. Sie werden einerseits im Abtritttrichter, und anderseits an den Ausgussbecken der Küchen u. s. w. anzubringen sein.

Eine Communication der Sielluft mit den Straßen braucht nicht vorhanden zu sein. Die Luftbewegung in den Sielen ist nach directen Beobachtungen (Roszahegi, Soyka) sehr wechselnd und keineswegs stets den Häusern zugerichtet. Die Temperaturdifferenz zwischen Siel- und Außenluft, die Erwärmung der als Aspiration wirkenden Fallröhren, der Winddruck, die Wasserströmung der Siele liefern stets wechselnde Bedingungen für den Luftstrom.

Was nun die Wasserverschlüsse im Allgemeinen anlangt, so ist die Besorgnis ausgesprochen worden, das Wasser derselben möchte sich mit Canalgasen sättigen und diese dann nach der Wohnung entweichen lassen. Man wird aber diesem Absorptionsvorgang kaum eine quantitative Bedeutung beilegen dürfen.

Soyka hat in Canäle in großer Menge Schwefelwasserstoff eingeleitet und nicht im mindesten ein Hindurchtreten dieses leicht nachweisbaren Gases durch die Wasserverschlüsse nachweisen können. Ebensowenig kann die während eines Regens andauernde Behinderung des Abströmens der Canalgase durch die Regenrohre die Canalgase durch die Wasserverschlüsse der Closete dringen, wenn die Abfallrohre über das Dach verlängert sind.

Der Druck der Canalluft und die aspirierende Wirkung geheizter Wohnräume auf die Canalluft sind nicht im Stande, die gewöhnlich angewendeten Wasserverschlüsse, welche vielfach einer Wasserhöhe von 10 *cm*

entsprechen, zu brechen. Selbst wenn der Wind etwa auf ein frei mündendes Stammsiel trifft, dürften die Wasserverschlüsse noch genügend Widerstand leisten. Am besten wird aber dieser pressende Einfluss des Windes vermieden, wenn die Stammsiele unter den Spiegel eines Flusses geführt werden.

Bei den Wasserverschlüssen der Regenrohre und der Leitungen der Küchenabwässer (eventuell der Pissoire) kann der Austritt von Canalgasen unter besonderen Verhältnissen eintreten. Die Fallrohre für Regen und Küchenspülwässer müssen eine entsprechende Weite besitzen. Sind die Querschnittverhältnisse der Fallröhre derart, dass das abfließende Wasser den Querschnitt erfüllen kann, dass also die Röhre „volläuft“, so wirkt das abfließende Wasser wie ein Pumpenkolben, hinter sich die Luft verdünnend, vor sich die Luft compir-

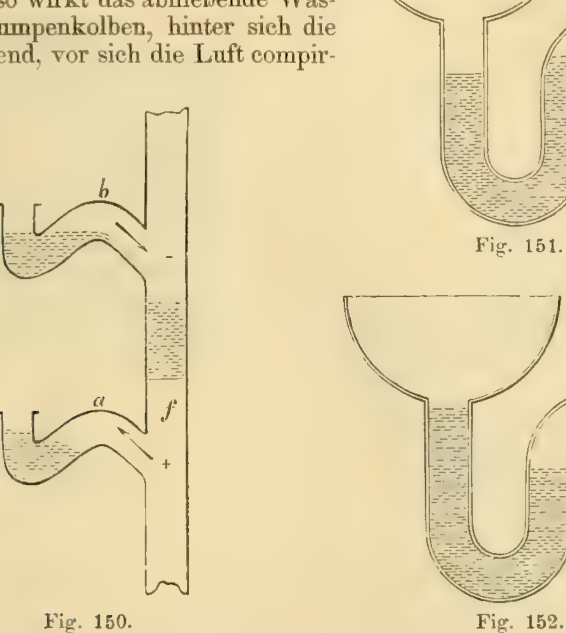


Fig. 151.

Fig. 150.

Fig. 152.

mierend (Fig. 150). Durch die verdünnte Luft wird der Wasserverschluss (Syphon) leer gezogen, durch die comprimierte Luft die den Wasserverschluss an deren Stellen bidende Flüssigkeit herausgeschleudert. (Man sagt, der Syphon habe gebrochen.)

Das Leerziehen eines Syphons wird verhütet, wenn man die Eingussöffnung enger macht, als der Syphon weit ist. Es kann alsdann das nach aufwärts gebogene Syphonrohr nicht vollaufen und folglich auch keine Entleerung durch Heberwirkung statthaben. Ein gleiches wird erreicht durch ein von Pettenkofer construiertes Ventil. Dieses Ventil ist ein cylindrisches Kästchen, von zwei Röhren durchbohrt, einer oberen und einer unteren, welche einander um 1 *cm* überragen. Wird das Kästchen mit Wasser gefüllt, so steigt dasselbe bis zum oberen Rande des unteren Röhrchens, fließt aber bei weiterem Zugießen durch dieses

ab. Entsteht ein Überdruck von außen, so wirkt dasselbe sowohl auf den Syphon als auf das Ventil, und da letzteres einen viel geringeren Wasservorrath hat, als ersteres, so wird durch dasselbe Luft eintreten, bevor der Syphon ausgeleert und erheblich geschwächt wird (Fig. 151). Tritt ein Überdruck im Innern der Röhre ein, so treibt dieser das Wasser aus dem großen Querschnitt des Kästchens in den kleineren Querschnitt des oberen Rohres in die Höhe, und stellt danach einen bedeutenden Wasserverschluss vor (Fig. 152). Man füllt das Kästchen mit einer Mischung von 90 Volumenprocent Glycerin und 10 Procent Wasser, da reines Wasser in der warmen Jahreszeit bald verdunsten würde.

Einen verbesserten Apparat hat Renk angegeben. *A* stellt das Ausgussbecken dar (Fig. 153), an dessen tiefstem Punkte das Wasser

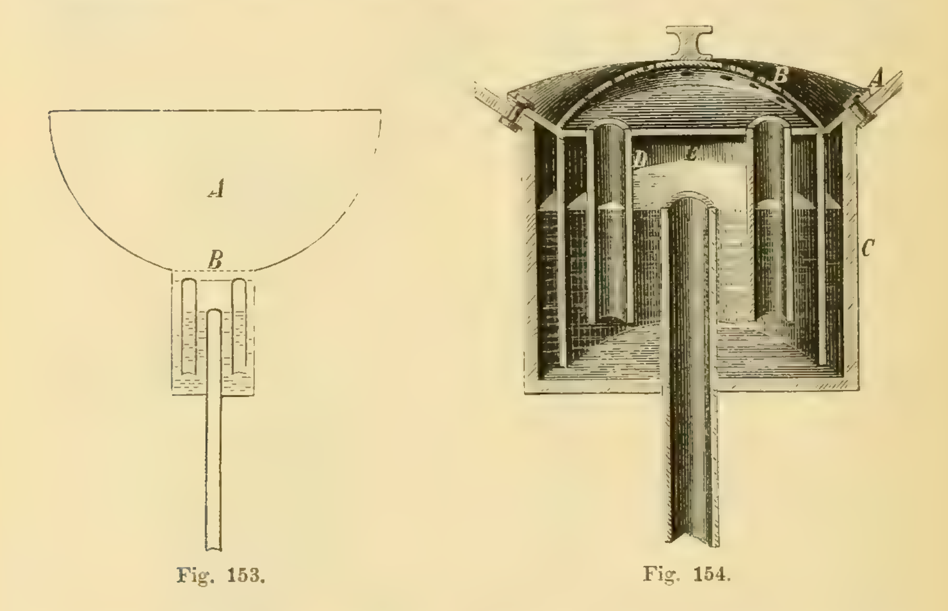


Fig. 153. Fig. 154.

durch ein Gitter *B* in den Syphon einfließt. Dieser besteht aus einem cylindrischen Kästchen, ungefähr 8 *cm* hoch und 8 *cm* Durchmesser. Der luftdicht aufsitzende Deckel, der sich unter dem Gitter befindet, wird von zwei Röhren von je 2 *cm* Durchmesser durchbohrt, welche 7 *cm* tief nach unten gehen; durch den Boden des Kästchens dringt die Ablaufröhre 6 *cm* tief in das Innere ein, so dass dadurch ein Wasserverschluss von 6 *cm* Höhe entsteht.

In dieser Form hat der Apparat vor allem den Vortheil, dass jede Benutzung den Syphon füllt, selbst in dem Falle, dass das Ablaufrohr volläuft und Luft nachreißt. Die Wassermasse in dem Kästchen ist zu groß, als dass sie nicht nach einer solchen Störung des Gleichgewichtes wieder völlig abschließen würde.

Für Küchenausgüsse, welche nach längerem Gebrauche selbst weite Rohre durch anhängendes Fett völlig verlegen können, construierte Renk einen Syphon, der in Fig. 154 abgebildet ist. Die Wand der Schale *A* setzt sich an ihrem tiefsten Punkte in das cylindrische Kästchen *C*

fort, dessen Boden von der Abflussröhre *D*, welche 6 *cm* nach oben hervorragt, durchbrochen wird. Über diese Abflussröhre ist eine Glocke *E* gestürzt, welche das Kästchen fast vollständig erfüllt und mit Schrauben festgestellt werden kann. Die Glocke *E* ist unten offen, durch ihre obere Wand treten zwei Rohre nach unten, welche noch 5 *cm* weit neben und parallel der Abflussröhre verlaufen. Um gröbere Körper fern zu halten, muss alles Wasser erst das Sieb *B* passieren, welches an der Glocke festsitzt.

Die Apparate eignen sich besonders für Küche, Ausgüsse und Pissoirschalen.

Lissauer beobachtete, dass, wenn man am höchsten Punkte des Wasserverschlussrohres eine größere Öffnung macht, nur eine minimale Schwankung des Syphonwassers bei Druckungleichheit der Luft vor und hinter dem Syphon entsteht und das Leerziehen

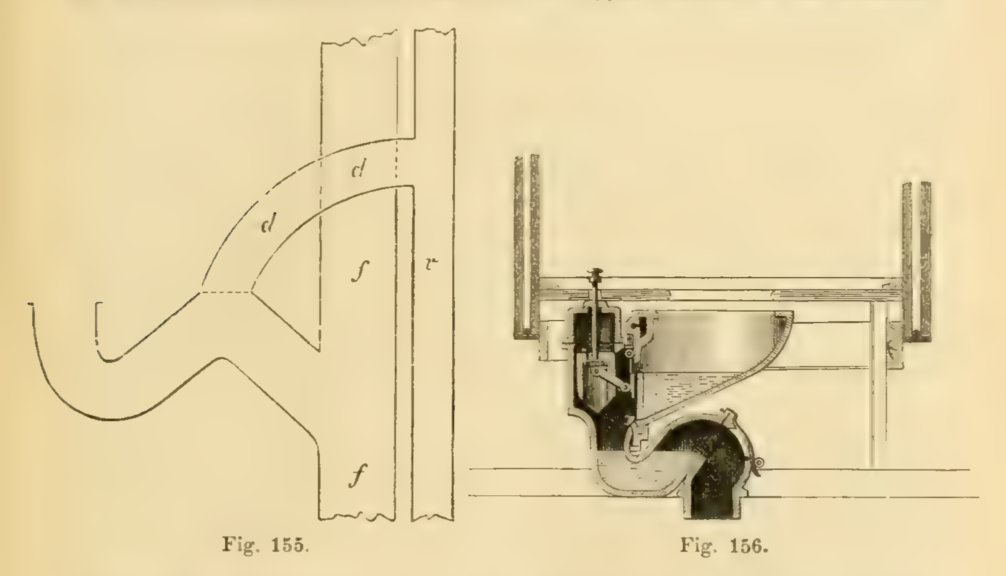


Fig. 155.

Fig. 156.

verhütet wird. Dieses Princip wendet Lissauer weiter in der Weise an dass neben dem Fallrohr (Fig. 155) ein von dem untersten Wasserverschluss bis über das Dach hinaus sich erstreckendes Ventilationsrohr geführt wird, in welches die von dem Syphon abgehenden Röhren münden. Dieses System ist einfach, wirkt ganz von selbst, und hat sich bewährt.

Bei den mit den Canälen verbundenen Abtritten der Schwemmcanalisation ist das Brechen eines Wasserverschlusses aus den oben abgehandelten Gründen wohl selten zu befürchten. Die an den Wasserclosetten verwendeten Verschlüsse sind mannigfaltige; die Spülung der aus emailliertem Eisen oder Porzellan hergestellten Schüssel wird bei der jedesmaligen Benützung durch die Öffnung eines Wasserventiles vorgenommen. Ein directer Anschluss der Spülleitung an die Trinkwasserleitungen wird möglichst zu vermeiden sein. In Fig. 156 ist Jenning's Wassercloset abgebildet; es bietet einerseits einen syphonartigen Verschluss, andererseits werden die einfallenden Abfallstoffe vom Wasser, das sich in dem Becken ansammelt, aufgenommen und dadurch sofort desodorisiert.

Wir haben noch in kurzem die Berechtigung der Schwemmcanalisation als Methode der Städtereinigung hervorzuheben. Schon bei Besprechung der Zusammensetzung der Canaljauche ließ sich ersehen, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen jenen Sielen, denen die Fäcalien überantwortet werden und jenen, welche frei von solchen bleiben sollen, nicht besteht. Dies weist mit Bestimmtheit darauf hin, dass eben die Fäcalien im Vergleiche zu den übrigen Abfallstoffen keine sehr bedeutende Menge darstellen oder dass die angeblich von Fäcalien frei gehaltenen Canäle deren eben doch aufnehmen. Letzteres wird sehr häufig dort der Fall sein, wo Gruben bestehen; diese werden oft unrechtmäßigerweise mit Überlauf nach den Canälen versehen. Da nun sicherlich ein vollkommenes Freihalten der Sielwässer von Kothbestandtheilen absolut nicht möglich ist, liegt kein Grund vor, warum wir nicht überhaupt alle Fäcalstoffe den Canälen übermitteln und auf diese Weise entfernen sollten.

Die verschiedenen gegen die Schwemmcanalisation erhobenen Bedenken wurden in genügender Weise schon bei der Frage der Canalisation überhaupt, erledigt; es sind diese die Verunreinigung der Luft in den Häusern durch Sielluft, die Verunreinigung des Bodens durch undichte Canäle, die Verbreitung von Krankheiten durch das Sielnetz.

Der noch weiters erhobene Einwand, die Schwemmcanalisation verunreinige die Flüsse, ist auch nicht zutreffend.

Zwar kann durch die Schwemmcanalisation ein Fluss im höchsten Grade verunreinigt werden, aber dies ist ebensowohl auch durch die Abwässer jener Canäle möglich, welche Fäcalien überhaupt nicht aufnehmen. Die Flussverunreinigung lässt sich durch geeignete Maßnahmen verhüten. Der oft erhobene Einwand der Kostspieligkeit der Schwemmcanalisation trifft nicht zu, da die Einführung der Fäcalien in die Canäle keine wesentlich pecuniären Aufgaben stellt. Ein Vergleich der Kosten der Schwemmcanalisation mit den Kosten des Abfuhrsystems, wie Grubensystems, Tonnen- und Liernursystems, ist unstatthaft, da bei den letzteren Systemen ja noch keine Canalisation in Rechnung gezogen ist. Will man Vergleiche anstellen, so muss man die Berechnung der Kosten einer ausreichenden Canalisation und der Gruben-, Tonnen oder Liernursysteme den Kosten der Schwemmcanalisation gegenüberstellen.

Es wäre übrigens sehr irrig, wenn man in allen Fällen gleichmäßig verfahren und nur die Schwemmcanalisation empfehlen wollte. Eine ausreichende Canalisation mit einem gut organisierten Tonnensystem oder einem verbesserten pneumatischen Systeme wird auch den sanitären Aufgaben gerecht werden können. Ja man würde sogar bei peinlicher Controle der Dichtigkeit ein Grubensystem ohne wesentliche Gefährdung noch zulassen können. Es gibt keine einzige allein richtige Methode; nach den örtlichen Verhältnissen sind mancherlei Momente gegeben, welche für die eine oder die andere Methode den Entscheid liefern und ihre locale Berechtigung ergeben. Dagegen kann nicht genug hervorgehoben werden, dass der sanitäre Erfolg meist vollständig an der Sorgfalt der Durchführung der Anlagen und von der Gewissenhaftigkeit des Betriebes abhängig ist.

Viertes Capitel.

Verwendung der Abfallstoffe.

Verwertung für die Landwirtschaft.

Die aus den Städten entfernten Abfallstoffe sind, je nach den gewählten Methoden von verschiedener Concentration. Alle enthalten in ihren mineralischen Substanzen wertvolle Nahrungsstoffe für die Pflanzen. Man hat daher von landwirtschaftlicher Seite gleichfalls ein Interesse an dem definitiven Verbleib der Abfallstoffe einer Stadt und sollte auf diese Interessen, wenn nicht unabweisliche sanitäre Gründe entgegenstehen, stets Rücksicht genommen werden. Was die Bestrebungen der Landwirtschaft fördert, hebt den Volkswohlstand.

Am concentriertesten sind die Fäcalgemische bei dem Tonnen-(Closet-) und Liernursystem, verdünnter bei dem Grubensystem (wenn nicht bei letzterem etwa Mull der Grube mit übergeben wird).

Bei richtiger Verwendung der Fäcalien als Dünger gedeihen sämmtliche landwirtschaftliche Culturpflanzen vorzüglich, die Sommergetreidearten so gut wie das Wintergetreide, Futtergewächse wie Knollen- und Wurzelgewächse, Gemüse wie Tabak und Wein. Um Dünkirchen und Braunschweig werden mittelst Fäcalienzufuhr die feinsten Spargel gezogen. Die besten Sorten Blumenkohl, den größten Blättertabak, den duftenden Muscatell, die schmackhaftesten Oliven und süßesten Feigen u. s. w. lassen sich bei Fäcaldüngung erzielen.

Vielfach werden daher diese Abgänge des Abfuhrsystems direct der Landwirtschaft übermittelt und zur Düngung der Felder in der Nähe von Städten verwendet. Bei der Güte des Düngers sollte man denken, dass die Abfallstoffe zu einer Quelle der Einnahme für die Städte werden könnten; dies ist leider im Durchschnitt nicht der Fall, sondern es müssen von Seiten der Städter oft große Summen für die Abfuhr gezahlt werden. Zu Zeiten, in denen die Landwirtschaft des Düngers nicht bedarf, wandern die Abfallstoffe vielfach in die Flüsse.

Neuerdings sucht man diesem Übelstande durch die Compostierung zu begegnen. Es werden, sobald der landwirtschaftliche Bedarf zu Ende geht, in großen Gruben die Abfallstoffe mit dem Straßenkehricht und den Küchenabfällen schichtweise übereinander gelagert und liegen gelassen. Dadurch entsteht in relativ kurzer Zeit ein wertvoller Dünger.

Wir haben Grund zur Annahme, dass bei diesen Processen der Düngung und Überantwortung der Fäcalien an den Boden eine Zerstörung der Infectionsstoffe eintritt, und kommen bei der Berieselung nochmals auf diese Frage zurück.

Ein außerordentlich zweckmäßiges Verfahren zur Verwertung der Fäcalstoffe ist die Poudrettierung. Die Fäcalien werden getrocknet und meist zu einer pulverigen Masse verarbeitet. Es gibt mannigfache Verfahren. Da im allgemeinen sehr hohe Temperaturen in den Eindampfungsapparaten angewendet werden, so werden die den Fäcalstoffen

anhaftenden Keime vollkommen vernichtet und vom sanitären Standpunkt aus muss dieses Verfahren jedenfalls als zweckmäßig bezeichnet werden. Zugleich wird es den Bestrebungen der Landwirtschaft gerecht.

Die Flussverunreinigung.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse, wenn man die Verwendung des Canalinhalts und seinen schließlichen Verbleib betrachtet. Wir wollen dabei nicht mehr weiter entscheiden zwischen Canalisation und Schwemmcanalisation, da ja, wie wir sahen, qualitative Unterschiede zwischen den erzeugten Flüssigkeiten nicht bestehen.

Die Canaljauche ist eine Flüssigkeit von äußerst geringer Concentration und macht besondere Einrichtungen zu ihrer Beseitigung nöthig. Das gebräuchlichste Verfahren war die Zuleitung der Canalwässer nach den Flüssen. Die unmittelbare Folge eines solchen Vorgehens ist alsdann an vielen Orten die Flussverunreinigung gewesen. Man irrt aber sehr, wenn man meint, dass in allen Fällen der Flussverunreinigung das Einleiten von Canaljauche als Ursache vorläge.

Die Flussverunreinigung wird naturgemäß da zur Beobachtung kommen, wo einem relativ kleinen Flusse die Abgänge einer Stadt überantwortet werden müssen, oder dort, wo mehrere Städte einem Flusse ihre Abfallstoffe übermitteln, ohne dass der Fluss Zeit behält, der Schmutzstoffe sich zu entledigen, oder endlich dort, wo die geringe Geschwindigkeit des Flusswassers ein massenhaftes Ablagern der Sinkstoffe gestattet. Namentlich das letztere Moment wird vielfach ausschlaggebend. Bei gleicher Wassermenge zweier Flüsse, werden dort die Verunreinigungen am wenigsten empfunden, wo eine große Geschwindigkeit des Wassers die Abfallstoffe rasch weiter befördert.

Welch hohen Grad die Flussverunreinigung bisweilen erreicht, zeigte sich in London, als die Canäle noch innerhalb der Stadt in die Themse sich entleerten. Der Gestank war häufig so unerträglich, dass in dem der Themse nahegelegenen Parlamentsgebäude die Sitzungen aufgehoben werden mussten. In dem heißen Sommer 1858 war der Schwefelwasserstoff frei in der Luft nachweisbar. Als Faraday weiße Körper zur hellsten Tageszeit in das Themsewasser fallen (1855) ließ, waren dieselben schon einen Zoll unter Wasser nicht mehr sichtbar. John Simon ließ im J. 1858 über zweihundert beliebige Personen, welche auf und in der Themse beschäftigt waren, namentlich Capitäne und Beamte der Dampfbote, ärztlich untersuchen und es stellte sich heraus, dass sie fast ausnahmslos an Krankheitserscheinungen litten, welche auf Schwefelwasserstoffvergiftung zurückgeführt werden mussten. Der im Jahre 1868 erstattete Bericht der englischen Commission zeigte, dass viele andere Flüsse Englands, wie der Irwell, Irk, Medlock, Mersey, Ribble, Bradford Beck, noch schlimmer beschaffen waren als die Themse.

Ein anderes Bild der Flussverunreinigung gibt der Bericht der Commission, welche in Paris im October 1874 den Zustand der Seine beschrieb:

Oberhalb Paris, innerhalb der Stadt, sowie zwischen den Festungswerken und Asnières ergab die Seine einen befriedigenden Zustand; in dem ganzen Flusse leben Fische und Pflanzen höherer Ordnung wachsen an dem Ufer. Das Bett der Seine besteht aus

weißem Sande. Unterhalb der Brücke von Asnières ändert sich aber plötzlich dieser Zustand: am rechten Ufer mündet hier der große Sammelcanal von Clichy. Das schwarze, von Fettaugen, Pfropfen, Haaren und Thierleichen u. s. w. bedeckte Wasser mischt sich nur langsam mit dem Strome. Ein grauer Schlamm mit organischen Resten vermischt, häuft sich längs des rechten Ufers und erzeugt erhöhte Bänke, welche zeitweise Inseln bilden. Dieser Schlamm bedeckt aber hier das ganze Flussbett: in ihm gährt es und die bei den Zersetzungen freiwerdenden Gasblasen, welche aufsteigen und an der Oberfläche platzen, haben oft in der heißen Jahreszeit 1 bis 1½ *m* im Durchmesser. Sie heben den stinkenden Schlamm von dem Boden des Flusses. Diese Verschmutzung des Flusses hatte sich seit dem Jahre 1870 ausgebildet. Kein lebendes Wesen, weder Fisch noch Pflanze finden sich hier. Die grünen Algen sind völlig verdrängt. Unterhalb der Insel St. Denis ist zwar das Wasser noch dunkel gefärbt, aber man sieht wenig schwimmende Stoffe; Fische erscheinen regelmäßig Bei St. Germain und Lafitte hat das Wasser noch einen schlechten Geschmack und erst unterhalb der Einmündung der Oise und bei Meudon ist jede Spur der Verunreinigung verschwunden. Es legt die Seine, ehe sie die Pariser Schmutzstoffe abgegeben hat, einen Weg von 70 *km* zurück.

Auch in Deutschland liegen Fälle von hochgradiger Flussverunreinigung vor; so namentlich für die Leine, die Emscher (Fischer, König), die Luppe, Röder, Wesenitz (Fleck) u. s. w. Die Flussverunreinigung ist keineswegs stets durch das Einleiten menschlicher Excremente hervorgerufen; in Sachsen betreffen 7 Procent aller Klagen über die Flussverunreinigung das Einleiten städtischer Abgangswässer, 50 Procent aller Klagen aber die Textilindustrie (Günther).

Wie die Verunreinigung der Flüsse sich ausbildet, lässt sich in Kürze an zwei Beispielen zeigen; der kleine Fluss Irwell nimmt die Abfallwässer der Stadt Manchester auf und wird dabei zu einer tintenartigen Flüssigkeit. In 100.000 Theilen des Irwell sind enthalten:

	Nahe dem Ursprung	Unterhalb Manchester
Gesammtgehalt an gelösten Stoffen . .	7·80	50·75
Organischer Kohlenstoff	0·187	1·892
Organischer Stickstoff	0·025	0·264
Ammoniak	0·004	0·371
Stickstoff als Nitrat oder Nitrit . . .	0·021	0·177
Chlor	1·15	8·73
Suspendierte organische Stoffe	—	2·06
Suspendierte anorganische Stoffe . . .	—	2·10

Das Flusswasser hat also seinen Gehalt an allen Bestandtheilen stark vermehrt. Besonders treten die suspendierten Substanzen ganz wesentlich hervor. Das Ammoniak hat nahezu um das Hundertfache zugenommen.

Ähnlich drückt sich der Grad der Verschmutzung des Flusswassers durch eingeleitete Abwässer in dem zunehmenden Gehalt an Mikroorganismen aus.

Koch hat für Berlin (1883) folgende Werte erhalten:

Ort der Entnahme	Keimzahl für 1 cm^3 Wasser
Spree oberhalb Köpenick	82.000
Beim Strahlauer Wasserwerk	125.000
Spree in der Stadt oberhalb der Einmündung der Panke .	940.000
Unterhalb der Einmündung der Panke	1,800.000
Spree bei Charlottenburg	10,180.000

Die Keimzahlen Berlins sind aber (vielleicht wegen der Flussregulierung u. s. w.) gewissen Schwankungen unterworfen, da von Frank (1887) gewonnene Werte kleiner sind. Doch beweisen seine Zahlen ganz dieselbe Verunreinigung der Spree während ihres Laufes durch Berlin. Bei dem Austritt aus dem Havelsee bei Sacrow erreichte das Spreewasser einen ähnlichen Keimgehalt, wie es ihn beim Eintritt in Berlin hatte. Rosenberg untersuchte die Verunreinigung des Mains durch die Zuflüsse der Stadt Würzburg, während der Monate Februar bis März (1886). Der Main enthielt oberhalb der Stadt 355 bis 2050 Keime für den Kubikcentimeter, unterhalb der Stadt 2950 bis 35.000. Das Wasser oberhalb der Stadt enthielt wenig verflüssigende und nicht verflüssigende Bacillen, dagegen viele Coccen. Unterhalb der Stadt nahmen die Bacillen, Schimmel- und Hefepilze bedeutend zu. Der Main enthält in Frankfurt 1800 bis 2500 Keime (Libberty). Im Rhein bei Mühlheim finden sich 17.000 bis 21.000 Keime (Mörs), die Themse bei Londonbridge führt nach Hochwasser 45.000 Keime, das Leaflüsschen 4.200.000 Keime (Bischoff).

Wir sehen, dass im Allgemeinen das Flusswasser bei dem Durchtritt durch den Bezirk von Städten in seinem Keimgehalte wesentlich beeinflusst und verschlechtert wird.

Die Flussverunreinigung kommt, wie schon hervorgehoben wurde, ungemein häufig durch Einleiten industrieller Abgänge zu Stande. Wir werden in der Gewerbehygiene bei den einzelnen Betrieben auf diese Verhältnisse zurückkommen, doch mag hier hervorgehoben sein, dass man im Wensentlichen zwei Arten der Flussverunreinigung unterscheiden muss.

1. Durch Abfallwasser mit stickstoffhaltigen organischen Stoffen. Hierzu gehören: die städtischen Abzugwässer, Abgänge von Schlachthäusern, Gerbereien und Lederfabriken, Bierbrauereien, Brennereien, Stärkefabriken, Zuckerfabriken, Papierfabriken, Flachsrotten, Fettindustrie, Leimsiederei, Wollwäscherei, Farbenfabriken.

2. Abfallwässer mit vorwiegend anorganischen Stoffen, als Abgänge aus Gasfabriken, Steinkohlengruben, Salinen, Chlorkaliumfabriken, Schwefelkiesgruben, Drahtziehereien, Bleichen, Verzinkereien, Silberbeizen, Blutlaugensalzfabriken, Strontianitgruben, Steinkohlenwäschereien, Braunkohlenschweelereien.

Die Flussverunreinigung stellt einen im höchsten Grade bedauerlichen Vorgang dar; das Flusswasser erhält durch dieselbe einen die Gesundheit direct gefährdenden Charakter. Dies ist um so bedenklicher, als ja das Flusswasser bei seiner — wenigstens in der wärmeren Jahreszeit — anhaltend höheren Temperatur auch günstige Bedingungen für die Erhaltung oder sogar Vermehrung pathogener Keime bietet. Aber nicht nur für Genusszwecke, sondern auch für die Gebrauchszwecke im Hause und in den Gewerben bringt stark verunreinigtes Flusswasser Gefahren der Verschleppung von Krankheitskeimen. Namentlich das Gährungsgewerbe wird durch schlechtes Wasser in hohem Grade in seinem Betriebe geschädigt.

In unreinem Flusswasser sterben die Fische ab. Die Schädlichkeit fauler Jauchen ist nach Weigelt neben der Anwesenheit der giftigen Gase wie Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, auch noch auf den Mangel an Sauerstoff zurückzuführen, welcher im faulenden Wasser leicht

eintritt. Ob eine directe Beeinflussung der Fische durch Bacterien vorhanden ist, kann als sicher erwiesen noch nicht angesehen werden.

Auch auf die Austern hat man das Canalwasser in schädigender Weise wirken sehen. In der Dubliner Bay gediehen die Austern sehr gut; seitdem aber die Abwässer von Dublin nach der Bay geführt worden, stirbt ein Theil der Austern ab. Das Wasser in den überlebenden Austern riecht faulig und ist von niederen Organismen durchsetzt. Nach dem Genuss solcher Austern hat man an vielen Personen Krankheitserscheinungen beobachtet. (Charles A. Cameron.)

Die Selbstreinigung des Wassers.

Ein Flusswasser, welches im höchsten Grade verunreinigt ist, wird, nachdem es eine größere Strecke Weges zurückgelegt hat, wieder gebrauchs- und genussfähig; wir nennen diesen Process die Selbstreinigung des Flusses. Die hochgradig verschmutzte Seine nimmt 70 *km* unterhalb Paris jenen Grad der Reinheit an, welchen sie beim Eintritt in den Stadtbezirk Paris besaß. Die durch Einleitung der Canalwässer von Breslau stark geschädigte Oder erreicht 32 *km* unterhalb der Stadt bei Dyhernfurth wieder ihre normale Zusammensetzung; die Spree, welche reich mit Keimen beladen Berlin verlässt, hat sich im Wesentlichen bei dem Austritt aus dem Havelsee gereinigt. Schlimm scheinen die Zustände in England zu sein, da angegeben wird, dass kein englischer Fluss genügende Länge habe, um durch Selbstreinigung wieder auf normale Zusammensetzung zu kommen.

Die Ursache des Selbstreinigungsprocesses der Flüsse hat man in den mannigfachsten Einflüssen gesucht. Thatsache ist, dass sowohl die suspendierten Stoffe, wie die gelösten Stoffe und die Bacterien (und andere Parasiten) bei der Selbstreinigung abnehmen, aber die Änderung bezüglich des Gehaltes an diesen Bestandtheilen erfolgen keineswegs gleichzeitig. Die Selbstreinigung der Flüsse ist zum Theil ein Sedimentierungsprocess. Die suspendierten Theilchen lagern sich auf dem Boden des Flusses ab. Je ruhiger sein Lauf, je weniger Gelegenheit zum Aufwühlen des Wassers durch Dampfboote und den Schiffverkehr gegeben ist, je tiefer also bis zu einem gewissen Grade das Wasser, um so vollständiger wird diese Ablagerung sein. Daher haben namentlich Seen mit großer Wassermasse einen die Reinigung begünstigenden Einfluss. Möglicherweise ist die rasche Reinigung der Spree dem Durchflusse durch den Havelsee zuzuschreiben. Mit den sedimentierenden Stoffen fallen namentlich die Bakterien mit zu Boden.

Die gelösten Stoffe werden zum Theil durch die Lebensprocesse der Pflanzen in Anspruch genommen, insoweit es sich um Pflanzensalze handelt, vielleicht auch werden organische Stoffe von den weitverbreiteten Verwesungspflanzen aufgenommen, sicherlich aber betheiligen sich namentlich an der Zerstörung organischer Verbindungen die Bacterien.

Die Entfernung der Bakterien dürfte zurückzuführen sein:

1. Auf das Niedersenken von bewegungslosen Keimen oder der Dauerformen beweglicher wie unbeweglicher Keime;

2. auf das spontane Niedergehen von Keimen, mit Partikelchen, welche Nahrungscentren bilden;

3. auf die mechanische Fällung der Sinkstoffe;

4. auf das Absterben von Bacterien, insoferne deren Nahrungsstoffe erschöpft sind (Gärtner).

Bei Einleitung städtischer Abgangswässer in die Flüsse ist große Vorsicht geboten, namentlich die Wassermenge des Flusses, seine Geschwindigkeit genauestens in Rechnung zu ziehen und auf eine gute Mischung der Canalwässer mit dem Flusswasser Bedacht zu nehmen. Wenn die directe Einleitung der Canalwässer nach einem Flusse Schwierigkeiten voraussehen lässt, müssen Hilfsmittel zur Reinigung der Abwässer herangezogen werden.

Die Methoden der Reinigung von Canalwässern.

Es sind zahlreiche mechanische und chemische Methoden zur Unschädlichmachung des Canalwassers in Vorschlag und zur Ausführung gebracht worden. Die wichtigsten sind:

1. Das mechanische Verfahren durch die Anlage von Klärbecken, d. h. großen gemauerten Behältern, in denen das Wasser stagniert oder doch äußerst langsam sich bewegt. Langsamer Abfluss der Wässer, mit einer Geschwindigkeit von 0·005 bis 0·075 *m* in der Secunde gibt eine reichliche Sedimentierung; doch wird nur in seltenen Fällen durch diese Maßregel Erhebliches geleistet.

2. Man wendet Chemicalien zur Fällung der Abwässer an; es gibt eine außerordentlich große Anzahl solcher. Ihre gemeinsame Wirkung besteht darin, dass dieselben entweder unter sich oder mit Bestandtheilen der Schmutzwässer voluminöse Niederschläge bilden, welche im Wesentlichen die Schlammstoffe niederreißen.

In großem Umfange wird Kalkmilch angewendet. Der Kalk bildet mit dem in den Schmutzwässern vorhandenen doppeltkohlensauren Kalk oder freier Kohlensäure unlöslichen einfach kohlensauren Kalk

$$H_2\,Ca\,C_2\,O_6 + H_2\,Ca\,O_2 = 2\,Ca\,CO_3 + 2\,H_2\,O.$$

Wird außer Kalkmilch schwefelsaure Thonerde oder ein Eisensalz zugesetzt, so bilden sich unlösliche Oxyd- oder Oxydulverbindungen, welche wesentlich fällend einwirken. Eisensalze binden Schwefelwasserstoff.

Gyps als Reinigungsmittel setzt sich mit Ammoniumcarbonat um zu Calciumcarbonat und dem nicht flüchtigen Ammoniumsulfat.

Bekanntere Fällungsmittel sind der Holdenprocess, bei welchem Kalk, Eisenvitriol, Kohlenstaub zugegeben wird, ferner der A-B-C-Process, bei welchem Alaun-Blut, Kohle oder Thon verwendet wird (Alum, Blood und Charcoal oder Clay). Sillar und Wigor mischen 600 Theile Alaun, 1 Theil Blut, 1000 Theile Thon, 5 Theile Magnesia, 10 Theile mangansaures Kali, 25 Theile gebrannten Thon, 20 Theile Holzkohle, 15 Theile Thierkohle, 2 Theile Dolomit.

Das Süvern'sche Desinfectionsmittel mache man, indem 100 Theile Kalk in 300 Theilen Wasser gelöscht werden. Man fügt 8 Theile Theer und 33 Theile Chlormagnesium hinzu und verdünnt auf 1000 Theile. 10 cm^3 davon genügen für 1 *l* Canalwasser.

Zur Beurtheilung der Wirkung der Fällungsmittel kann folgendes dienen. Es entfernt in Procenten:

	von gelösten Stoffen	von gelöstem Kohlenstoff	von gelöstem Stickstoff
der Holdenprocess	100·0	28·3	0
Aluminiumsulfat	79·0	3·8	48·0
der A-B-C-Process	92·0	32·1	54·3
Kalk- und Eisenchlorid . . .	99·8	50·1	37·1

Durch die chemischen Fällungsmittel werden die Bacterien fast vollkommen mit den Schlammstoffen niedergeschlagen. In dem ungeklärten Abwasser zu Essen waren enthalten 1,400.000 Keime für 1 cm^3, im gereinigten Wasser nur 200 Keime (König), und ähnliche Ergebnisse liefern auch andere Methoden der chemischen Fällung. Die geklärten Wässer sind meist völlig farblos.

Trotzdem entfernt die chemische Reinigung nur einen Theil der Schmutzstoffe und lässt einen großen Theil der für die Pflanzen nöthigen Nährstoffe zu Verlust gehen. Es wird stets bei der Fällung nur ein Theil Ammoniaks gewonnen, auch wenn man Calciumphosphat, Magnesiumsalz und Kalkmilch anwendet. Die phosphorsaure Ammoniakmagnesia scheidet sich nur unvollkommen ab. Das Kali, für das Pflanzenwachsthum außerordentlich bedeutungsvoll, kann nicht gewonnen werden, dagegen die Phosphorsäure.

Die gelösten organischen Stoffe verhalten sich äußerst verschieden, je nach den angewandten Reagentien; in der Regel tritt eine wesentliche Verminderung und Fällung nicht ein, ja unter Umständen kann es sogar zu einer Vermehrung der gelösten organischen Stoffe kommen, wenn etwa durch überschüssig zugesetzten Kalk ein Theil der suspendierten Stoffe in Lösung geht. Immer enthält das gereinigte Wasser mehr anorganische Substanzen als das ungereinigte. Die Eigenschaft des gereinigten Wassers, klar und ohne Zersetzung zu bleiben, hält so lange an, als das Wasser durch den Überschuss an Kalk stark alkalisch bleibt. Sobald der Kalk ausfällt und die neutrale Reaction erreicht ist, beginnt die Fäulnis wieder.

Es ist daher keineswegs ein chemisch gereinigtes Wasser ein völlig indifferentes und das Einleiten in Flüsse ganz unbedenklich; auch ist zu bedenken, dass die Ausfällung des Kalkes bei Vermischung mit dem Flusswasser zur Schlammbildung einerseits, andererseits aber durch die Ausfällung des in dem Flusswasser vorhandenen Kalkes zur Schädigung der Fischzucht und der Pflanzen führen kann (König, Frankland).

Zum Zwecke der chemischen Reinigung werden die Abwässer meist in größeren Klärbassins gesammelt, mehrere Stunden (etwa sechs) in Ruhe gelassen und die obenauf bleibende klare Flüssigkeit dann abgezogen. Der sich auf dem Boden ansammelnde Schlamm wird mittelst einer Schlammpumpe gehoben; eventuell abgepresst und abgefahren. Im allgemeinen kann dieser Schlamm für manche landwirtschaftliche Zwecke verwendet werden; man lässt ihn auch in Haufen ablagern, wobei die organischen Substanzen, ohne einen üblen Geruch zu verbreiten, zerstört werden.

Eine besondere Einrichtung zum Zwecke der chemischen Reinigung von Abwässern ist der Röckner-Rothe'sche Apparat. Derselbe stellt einen hohen Cylinder dar, in welchem das Wasser sich nur sehr

langsam aufwärts bewegt und schließlich durch ein Heberohr wieder nach abwärts fließt. Fig. 157 veranschaulicht diese Einrichtung. Der Cylinder *A* hat etwa die Höhe von 7 bis 8 *m*, der Durchmesser ist nach der Menge des zu reinigenden Wassers wechselnd. *D* fungiert als Abflussrohr nach *C*. Hier steht der Wasserspiegel niedriger als das Schmutzwasser in *B*. Der Apparat functioniert demnach als Heber; nur muss zuerst durch das Rohr *F* mittelst einer Luftpumpe das Sielwasser gehoben worden sein. Da sich Gase in *A* anhäufen, wird zeitweise ein Auspumpen derselben stattfinden müssen. Das Schmutzwasser strömt, mit den chemischen Fällungsmitteln gemengt, unter dem trichterförmigen Stromvertheiler ein. Auf letzterem lagert sich der Schlamm zum Theil ab und dient dem von unten nach oben strömenden Abwasser gewissermaßen als Filter. Am Boden des brunnenartig in die Erde eingetriebenen Behälters sammelt sich der Schlamm an und wird durch die Pumpe *E* gehoben.

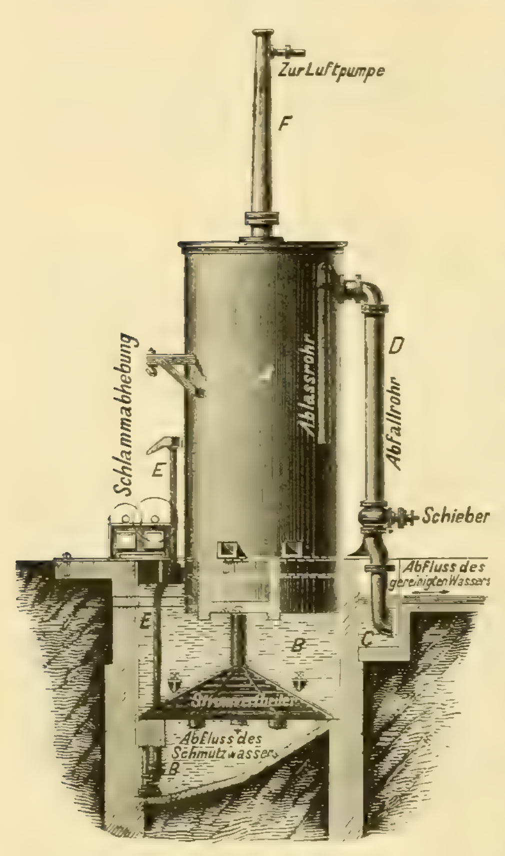


Fig. 157.

Der wesentlichste Vortheil des Röckner-Rothe'schen Apparates besteht in einer sehr bedeutenden Raumersparnis, welche derselbe erlaubt. Die Frage, ob Klärbassins anzulegen oder das vorgenannte Verfahren zu benützen sei, wird durch die Örtlichkeit bestimmt.

Eine besondere Methode der Abwässerreinigung schlägt A. Müller vor. Die Abwässer werden in tiefen Erdbassins gesammelt, auf 25 bis 40° erwärmt und unter Zusatz von Stoffen, wie Blut u. s. w. faulen gelassen. Nach einiger Zeit wird das Wasser filtriert. Für den Großbetrieb dürfte die Einrichtung sich kaum eignen.

3. Es kann das Canalwasser durch Filtration gereinigt werden; hiezu werden Sand, Kies oder auch Torfmull angewendet. Die Filtration kann eine absteigende, aufsteigende, andauernde oder intermittierende sein. Die Ergebnisse der Filtration sind günstige; wir haben bereits bei Herstellung von Trinkwasser diese Methode mitgetheilt. Die suspendierten Theilchen werden völlig entfernt, der gelöste organische Stickstoff und Kohlenstoff etwas vermindert, die Bacterien bis auf eine geringe Zahl beseitigt. Auch eine Zerstörung organischer Substanzen durch die Selbstreinigung des Bodens ist bei der intermittierenden Filtration wenigstens nicht ausgeschlossen.

Unter der filtrierenden Bodenfläche drainiert man den Boden in einer Tiefe von 2 *m*: die Drainröhren vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Canal, der das Wasser dem Flusse zuführt. 1 m^2 Erde kann in 24 Stunden 23 bis 60 m^3 Canalwasser filtrieren lassen, so dass 1 *ha* Filterland von 2 *m* Tiefe für 5000 Personen ausreichend erscheint.

Da die oberflächlichen Schichten der Filteranlagen verschlicken, so müssen sie häufig umgearbeitet werden. Nicht selten lässt man der Filtration in England die chemische Reinigung von Abwässern vorausgehen (**Frankland**).

4. Ein weit verbreitetes Verfahren, die Abwässer zu reinigen, besteht in der Berieselung. In gewissem Sinne könnte die letztere in Parallele mit der Filtration gestellt werden. Man kann die Abwässer entweder in Gräben eine eben gelegene Strecke durchziehen lassen und schließlich das gereinigte Wasser in einem Abzugsgraben sammeln. Dieses Verfahren nennt man die Bewässerung. Die mitgeführten suspendierten Theilchen setzen sich dabei auf dem Boden der Rinne ab: die gelösten Stoffe aber werden während des Laufes nur wenig verändert. Ein wechselnder Bruchtheil des Wassers verdunstet oder dringt in den Boden ein.

Die Canaljauche wird sehr häufig aber auch so zugeleitet, dass sie den Boden nach Art eines Filters durchsetzen muss. Man spricht dann von eigentlicher Berieselung und Rieselfeldern. Die Zuleitung der Canaljauche aus den Städten erfolgt am besten in Röhren oder in gedeckten Gräben: das Rieselfeld muss in gehöriger Weise planiert sein, um der Anlegung der kleineren, in dem Boden ausgestochenen Vertheilungsgräben nicht hinderlich zu sein. Vielfach werden in den Feldern breite Furchen angelegt, das Canalwasser in Rinnen oberhalb der Furchen eingeleitet und durch angebrachte Schleusen zum langsamen Überfließen nach den Furchen gebracht.

Wollte man allen Canalinhalt direct dem Rieselfelde zuführen, so würde der Boden in den meisten Fällen alsbald für das Hindurchtreten von Flüssigkeiten undurchgängig werden. Die Canaljauche führt neben feinerem Schlamm suspendierte Theilchen, wie: Holzspähne, Stroh, Haare, Federn, Lumpen, Papier u. s. w. mit sich, welche, sich ablagernd, Störungen veranlassen können. Man beseitigt sie daher meist durch ein Klärbassin. Man hat sogar weiter die Erfahrung gemacht, dass die feineren Partikelchen, wie sie die Fäcalien, Cellulosefasern, der Straßenkoth und Straßenschlamm liefern, und welche sich schwer absetzen, mit der Zeit den Boden des Rieselfeldes verschlicken. Doch ist die Bodenart von wesentlichem Einfluss. Bei einem grobporigen Boden wird die Verschlickung später gefahrbringend werden, als bei feinporiger Erde; förderlich für die Dauer des Gebrauches eines Rieselfeldes kann daher unter Umständen die vorherige Fällung des Canalwassers mit Kalk oder anderen Chemikalien sich erweisen. Der Betrieb wird damit aber nicht unwesentlich vertheuert und erschwert. Bei einem sehr sandigen und durchlässigen Boden wird es unter Umständen gerade angezeigt erscheinen, ohne vorherige Klärung die Jauche zuzuleiten, weil dann ein allmähliches Dichterwerden des Bodens und erhöhte Filtrationswirkung zu Stande kommt.

Die auf Rieselfelder geführte Wassermenge dürfte in den meisten Fällen die jährliche Regenmenge um das Zehnfache übersteigen. Man wird daher begreifen, dass eine solche Landstrecke leicht

der Gefahr der Versumpfung entgegengeht, zumal ja doch gerade bei Anlage von Rieselfeldern ein wenig geneigtes Terrain gewählt werden muss. Es wird daher, um dem Hindurchtreten des Wassers durch den Boden Vorschub zu leisten, die Drainierung des Bodens durch mehr oder minder tief liegende Drainrohre erforderlich. Das Drainwasser wird dem nächstgelegenen Flusse zugeleitet.

Sieht man bei der Berieselung nicht auf eine ausgiebige Drainierung, so kann eine hochgradige Ansammlung von Wasser in dem Boden und eine unwillkommene Erhöhung des Grundwasserstandes eintreten, wie man in Danzig, Berlin und Genevilliers zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die Rieselfeldanlagen sind in großem Maßstabe zuerst in England durchgeführt worden. Nach statistischen Angaben des Jahres 1876 leiteten von 462 englischen Städten mit mehr als 5000 Einwohnern 341 ihre Canalwässer in die Flüsse, 121 Städte reinigten die Abfallwässer, und zwar 64 Städte mit Berieselung, 39 mit Klärvorrichtungen, 18 durch Präcipitation mittelst Chemikalien, selbst in sehr kleinen Städten mit 8000 bis 10.000 Einwohnern konnte die Schwemmcanalisation mit Berieselung zur Durchführung gelangen.

Deutschland besitzt in den Rieselfeldern zu Breslau, Danzig und Berlin mustergiltige Anlagen.

Während in England zur Zeit des Winters sehr niedere Temperaturen nur selten eintreten, und eine Berieselung auch während der kalten Jahreszeit ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden kann, musste man in Deutschland während der Frostzeit zur Magazinierung der Abwässer Zuflucht nehmen. In großen Bassins sammelt man das Abfallwasser, und zwar ehe noch ein Durchfrieren des Bodens eingetreten ist. Die Bassins stellen große Filter dar, in welchen die Flüssigkeit in den Boden sinkt, während die Schlickstoffe sich ablagern. Wir haben es also eigentlich bei den meisten Rieselfeldanlagen mit der Combination von Berieselung und Filtration zu thun; die erstere wird während der frostfreien Zeit, letztere während der kalten Wintermonate ausgeführt. Der Boden unter den Filterbassins muss bestens drainiert werden, wenn nicht eine hochgradige, bedenkliche Infiltration des Untergrundes stattfinden soll. In den Staubassins soll der Boden nicht glatt, sondern mit Furchen versehen sein, da sich dann der Schlamm in den tiefsten Stellen zusammenlagert, während die Kämme der Furchen für die Filtration frei bleiben. Der Boden des Staubassins wird in Berlin während der Sommermonate nach gründlicher Auflockerung mit Pflanzen bebaut.

Neuerdings wird angegeben, dass man bei mit Furchen versehenem Rieselland auch während des Winters die Berieselung fortsetzen könne; die Staubassins werden dadurch unnöthig (Fadejeff), was als eine wesentliche Förderung des Rieselverfahrens bezeichnet werden muss, zumal die Staubassins namentlich im Frühjahr zu häufigen Klagen wegen üblen Geruches Veranlassung gegeben haben.

Bei richtiger Anlage und normalem Betriebe eines Rieselfeldes sind die Erfolge der Reinigung der Stadtjauche sehr günstige; die suspendierten Stoffe werden sämmtlich und von den in Wasser gelösten ein großer Theil entfernt.

Nach Lawes und Gilbert, welche über englische Rieselanlagen berichten, betrug der Gehalt eines Canalwassers als Mittel vieler Analysen für 1 *l:*

	vor der Berieselung	nach der Berieselung
Unorganisches	1·3 bis 1·4	0·53 bis 0·58
Organisches	0·7 „ 0·6	0·11 „ 0·10
Ammoniak	0·12	0·01

Helm fand für das Danzinger Rieselfeld für 1 *l:*

	im Canalwasser	im Rieselwasser
Unorganisches	0·522	0·371
Organisches	0·161	0·086
Ammoniak	0·053	0·011

Ähnliches berichtet Klopsch über das Breslauer Rieselfeld für 100.000 Theile):

	in der Spüljauche sind	im Drainwasser
Anorganisches	57·7 bis 76·9	46·1
Organisches	40·4 „ 73·6	10·0
Stickstoff	6·5 „ 12·7	3·0
Chlor	10·7 „ 15·2	9·7
Phosphorsäure	1·7 „ 2·9	Spuren
Kali	4·7 „ 8·6	1·6
Natron	9·0 „ 12·4	9·6

Am besten wird die Wirksamkeit der Berieselung klargelegt, wenn man sie mit den übrigen Methoden der Canaljauchereinigung vergleicht. Nach Frankland bestehen folgende Beziehungen; es werden entfernt:

	von den löslichen Substanzen organ. Kohlenstoff	organ. Stickstoff	von den suspendierten Stoffen
1. durch chemische Processe der Reinigung:			
günstigstes Resultat	50·1	65·8	100·0
ungünstigstes	3·4	0	59·6
im Mittel	28·4	36·6	89·6
2. Aufsteigende Filtration:			
günstigstes Resultat	50·7	65·5	100 0
ungünstigstes Resultat	0·6	12·4	100·0
im Mittel	26·3	43·7	100·0
3. Absteigende Filtration:			
günstigstes Resultat	88·5	97·5	100·0
ungünstigstes Resultat	32·8	43·7	100·0
im Mittel	72·8	87·6	100·0
4. Berieselung:			
günstigstes Resultat	91·8	97·4	100·0
ungünstigstes Resultat	42·7	44·1	84·9
im Mittel	68·6	81·7	97·7

Bei der Berieselung ist der Erfolg wesentlich auch von der Natur des Bodens mit abhängig. Etwas thon- oder humushaltige Bodensorten geben bessere Resultate als Sand, welcher die Abfallwässer zu leicht in ungenügender Reinigung hindurchtreten lässt.

Trotz der bedeutenden Zufuhr organischer Stoffe bei der Berieselung kommt es bei regelrechtem Betriebe zu keiner abnormen Anhäufung dieser Stoffe, weil die Selbstreinigung des Bodens den größten Theil des Abgelagerten zerstört. Die Selbstreinigung des Bodens verdanken wir fast ausschließlich der Thätigkeit niederer Organismen, im Wesentlichen den Pilzen. Die organischen Verbindungen gehen in Kohlensäure und Wasser über, bei stickstoffhaltigen Verbindungen wird Salpetersäure gebildet und ebenso entsteht die letztere aus dem Ammoniak der Canaljauche.

Der Process der Selbstreinigung geht am kräftigsten bei den hohen Temperaturen vor sich und bei einem gewissen Feuchtigkeitsgrad des Bodens und der Anwesenheit von Luft. Eine beständige Durchrieselung des Bodens, bei welcher alle Hohlräume mit Wasser gefüllt sind, ist demnach zweckwidrig.

Die bei der Selbstreinigung entstehenden Producte von Salpetersäure wie auch die übrigen Pflanzennährstoffe, das Ammoniak, das Kali, die Phosphorsäure würden unzweifelhaft in großer Menge dem Grund- und Drainwasser sich beimengen, wenn ihr Verbleib in dem Boden allein der Absorptionskraft des letzteren bedürfte. Gar bald müsste eine Übersättigung mit Pflanzennährstoffen eintreten. Dieser beugt unzweifelhaft die Bebauung der Rieselfelder vor. Auch bei der Filtration waren wir in der Lage, darauf hinweisen zu können, dass bei Wechsel der Filterflächen dieselben zur Bebauung sich eignen; noch günstiger sind die Verhältnisse aber bei der Berieselung.

In den meisten Fällen wird die Bebauung der Rieselfelder aus ökonomischen Gründen, zur Deckung der durch die Schwemmcanalisation verursachten Kosten eingeführt; sie hat aber noch eine weitere sanitäre Bedeutung, auf welche wir gleich hinweisen wollen.

Die Rieselfelder eignen sich aus zwei Gründen, einerseits, weil sie der Bewässerung unterliegen und andererseits, weil sie mit Düngung versehen werden zum landwirtschaftlichen Betriebe.

Die Canalwässer stellen in ihren löslichen Bestandtheilen etwa die hundertfache Verdünnung der menschlichen Fäcalien dar. Von Pflanzennährstoffen enthalten sie:

100	Milliontel an	Stickstoff,
40	„ „	Kali,
30 bis 40	„ „	Phosphorsäure,
15 „ 20	„ „	Magnesia,
150	„ „	Kalkverbindungen.

Es ist dies keine normale Pflanzennahrung; denn sie ist zu reich an Stickstoff, beziehungsweise zu arm an Phosphaten zu einer günstigen Entwickelung der Pflanzen.

Durch den reichen Stickstoffgehalt wird die Blattbildung in hohem Grade begünstigt, dagegen die Fruchtbildung gehemmt. In den Pflanzen pflegen reichlich stickstoffhaltige Verbindungen abgelagert zu werden,

z. B. Ammoniak. Auch salpetersaure Salze finden sich in großen Mengen. Die überreichliche Blattentwickelung oder Vergeilung hat mancherlei Nachtheile für die Gewächse: sie trocknen sehr leicht in der Sonne aus und werden von thierischen und pflanzlichen Schmarotzern sehr häufig befallen. Der hohe Gehalt der Abwässer an Kochsalz und dem zum Aufthauen der Pferdebahnen im Winter benützten Chlormagnesium und Chlorcalcium wirkt mitunter schädlich.

Zur Cultur auf den Rieselfeldern ist besonders das Reygras, der Grünmais, die Kohlarten und das Gemüse geeignet. Für den Getreidebau müsste mehr Kali und Phosphorsäure zugeführt werden. Man hat früher häufig angenommen, es wäre das wesentlich wirksame Moment bei der Berieselung in der Absorptionskraft des Bodens zu suchen. Diese letztere spielt, wie schon erwähnt, unzweifelhaft keine sehr bedeutende Rolle und ohne andere Einflüsse würde der Boden eines Rieselfeldes bald mit Stoffen übersättigt sein und ein Hindurchtreten durch den Boden erfolgen. Der Umstand, dass die Drainwässer der Rieselfelder in den Wintermonaten unreiner zu sein pflegen, als zur Zeit des Pflanzenwuchses weist uns auf die bedeutende Rolle des letzteren hin.

Allerdings hält zunächst das Absorptionsvermögen des Bodens die Stoffe fest, das Pflanzenwachsthum aber ist es, bei welchem dem Boden wieder die mineralisierten Substanzen entzogen werden, und welcher wieder zu erneuter Absorption und Aufnahme von Stoffen in dem Boden die Gelegenheit gibt. Eine geregelte Rieselwirtschaft ist demnach nur denkbar, wenn auf die Wirkung der Pflanzen auf den Boden Rücksicht genommen wird. Im Interesse einer nicht zu großen Ausdehnung der Rieselfelder sind jene Pflanzen, für deren Bebauung auszuwählen, welche den intensivsten Raubbau gestatten und dem Boden am meisten Salze entziehen.

Man kann daher unter Annahme der günstigsten Bedingungen auch berechnen, wie viel an Jauche einem Boden zuzuführen ist, wenn derselbe nicht überdüngt werden soll. Dabei ergibt sich, dass die Spüljauche, welche für 80 Personen abfällt, ausreichend ist zur Berieselung von 1 *ha* Boden.

Nur in diesem Falle wird aller Pflanzennährstoff für die Pflanzen auch nutzbar gemacht und würde zwischen der Zufuhr und Abfuhr ein vollkommenes Gleichgewicht herrschen. Unter diesen Umständen reicht die Thätigkeit der Mikroorganismen auch hin, eine regelrechte Zerlegung der Abfallstoffe herbeizuführen (König).

Die Berieselungsanlagen der Großstädte werden nun durchwegs intensiver berieselt, als es den eben gegebenen Verhältnissen entspricht. Es kommen auf 1 *ha* die Abgänge:

in	Berlin	von	270	Personen,
„	Edinburgh	„	870	„
„	Rugby	„	307	„
„	Croydon	„	300	„

Unter diesen Verhältnissen kann die Reinheit des Rieselwassers keine ganz vollkommene sein.

Die Spüljauche der Städte liefert eine große Menge von Bacterien; nachdem schon früher über die Wirkung der Filtration durch den Boden

berichtet worden ist, kann man für die Berieselung gleichfalls eine hochgradige Verminderung der Keimzahl annehmen. Koch fand in der Spüljauche des Druckrohres in Falkenberg bei Berlin in 1 cm^3 38 Millionen Keime, das Wasser der untersuchten Sielgräben lieferte zwischen 87.000 bis 409.000 Keime. Miquel gibt für Pariser Canalwasser zu Clichy 6 Millionen Keime für 1 cm^3, während das Wasser der Drainröhren zu Gennevilliers nur 12 Keime führt, d. h. außerordentlich keimarm ist.

Wir ersehen demnach, dass bei geordneter Berieselung ein Drainwasser zu liefern ist, welches allen Ansprüchen an Reinheit Genüge leistet und in den meisten Fällen unbedenklich den Flüssen überantwortet werden kann. Die Berieselung befriedigte demnach mehr als die Klärung, die chemische Reinigung und die Filtration. Es wäre sehr irrig, wollte man in allen Fällen aber nur die Rieselung für zulässig erklären. Sie kann nur unter bestimmten Bedingungen als allein berechtigt anerkannt werden; die Wahl des Reinigungssystems wird man ganz nach localen Verhältnissen bemessen.

Naheliegend ist der Gedanke, eine bestimmte Grenze für den Reinheitsgrad des Wassers, das nach Flüssen abgeleitet werden darf, anzugeben. König schlägt vor, es sollen in 1 *l* des einzuleitenden Wassers nicht mehr vorhanden sein, als:

5 bis 10	*mg*	suspendierte Stoffe,
3	„	Stickstoff,
2	„	Kaliumpermanganatverbrauch,
2	„	Schwefelwasserstoff,
5	„	Schwefelsäure (frei) oder Alkali,
(0·01	„	Arsen)
500	„	Chlornatrium,
200	„	Chlorcalcium oder Chlormagnesium.

Doch ist die Beibehaltung solcher Grenzwerte kaum thunlich, da die Misstände ja nicht allein von der Verunreinigung des einzuleitenden Wassers abhängen, sondern auch von der Beschaffenheit der Wassermenge und Geschwindigkeit des Stromes, Flusses oder Baches, der die Abfallstoffe aufnehmen soll. Einer sehr großen Wassermenge gegenüber wird auch viel Verunreinigung zulässig sein. Weiters ist dann auch noch der Umstand zu erwägen, ob durch die Zuführung der Abwässer eine Schädigung flussabwärts gelegener Wohnorte eintreten wird. Der Entscheid wird sich auch hiefür ganz nach localen Verhältnissen richten müssen.

Man hat gegen die Berieselung eine Reihe von Bedenken erhoben und auf das Bestehen die Gesundheit gefährdender Misstände aufmerksam gemacht.

Bei allzu durchgängigem Boden und intensiver Berieselung kann eine Infiltration des Bodens und eine Verschmutzung der Brunnen entstehen; man hat daher auf gute Drainage und auf die Richtung des Grundwasserstromes zu achten. Letzterer darf nicht bewohnten Gegenden zu gerichtet sein. Der Geruch der Rieselfelder belästigt nur wenig, in der Regel entstehen aber Klagen über den üblen Geruch der Staubassins. Letztere scheinen nach den Beobachtungen Fadejeff's entbehrlich, da auch die Winterberieselung durchführbar ist.

Da mit der Spüljauche der Städte jedenfalls eine große Menge von Krankheitskeimen der Bodenoberfläche zugeführt werden, hat man das Augenmerk auch auf die Verbreitung von Krankheiten zu lenken und nachzuweisen, dass die Nachbarschaft eines Rieselfeldes sanitär unbedenklich sei. Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, für die Ausbreitung von Cholera, Typhus, Dysenterie u. s. w. eine Beziehung zu den Rieselfeldern zu finden, obschon in England reichliche Gelegenheit zu Beobachtungen in dieser Richtung gegeben war. Die bei dem Rieselfeld zu Gennevilliers behaupteten Erkrankungen an Malaria haben mit Sicherheit keinen Zusammenhang mit der Anlage der Berieselung. In Osdorf bei Berlin wurde im Sommer 1878 eine Massenerkrankung der auf dem Rieselfelde arbeitenden Schnitterinnen unter den Symptomen eines Gastricismus beobachtet, von der aber zweifelhaft bleibt, welches Moment die eigentliche Ursache hiefür war. Ob durch das von den Rieselfeldern erzeugte Gemüse, welches mitunter von Canaljauche beschmutzt wird, Erkrankungen bis jetzt hervorgerufen worden sind, ist nicht sichergestellt.

Nach den heutigen Erfahrungen kann die Thatsache als sicher angesehen werden, dass die Berieselung eine den sanitären Ansprüchen vollgenügende Reinigungsart der Abwässer darstellt und der Flussverunreinigung wirksam entgegenzutreten in der Lage ist.

Fünftes Capitel.

Die Leichenbestattung.

Die Entfernung der Leichen und ihre definitive Beseitigung kann mancherlei sanitäre Schädigungen hervorrufen; abgesehen von dem Umstande, dass die Leichen in der bis zu ihrer Bestattung verlaufenden Zeit zu Verschleppungen von Krankheiten Veranlassung geben können, ist ihre endgiltige Beseitigungsweise, d. h. die Bestattungsart **von hohem hygienischen Interesse.**

Die Bestattungsart stand zu allen Zeiten in einer gewissen Abhängigkeit von den religiösen Anschauungen und auch heutzutage wird aus den gleichen Umständen eine rücksichtslose Anwendung hygienischer Grundsätze auf Änderungen der Bestattungsweise kaum zum Ziele führen.

Die Anhänger Vischnu's in Indien huldigen der Verbrennung der Leichen, die Siwaïten werfen die Todten in das Wasser, die Buddhisten huldigen zum großen Theil dem Erdbegräbnis. Bei den Griechen wurde die Verbrennung und Erdbestattung als gleichberechtigt betrachtet. Bei den Römern hielt sich viele Jahrhunderte hindurch die Verbrennung als die für Reich wie Arm geübte Bestattungsart. Auf eine sehr abweichende und befremdende Weise pflegen die Perser ihre Todten zu beseitigen. Sie werfen dieselben in tiefe gemauerte Schachte, „die Thürme des Schweigens,“ woselbst die Leichen dann von den in Unzahl versammelten Geyern verzehrt werden. In hoher Blüte stand bei den Egyptern die Conservierungsmethode der Leichen: das Mumificieren. Die heutzutage an der Spitze der Cultur stehenden Völker halten an der Erdbestattung fest. Wir haben uns daher zunächst dieser zuzuwenden, ihre sanitären Bedenken und die Mittel zur Abhilfe zu erörtern.

Die Erdbestattung haben wir zunächst von dem Gesichtspunkte zu betrachten, dass dieselbe eine nicht unwesentliche Bodenverunreinigung darstellt; es wird dem Boden eine große Menge organischer Substanz einverleibt, welche auf den verschiedenartigsten Wegen eine Schädigung der Gesundheit herbeiführen könnte.

Vom Standpunkte der Bodenverunreinigung aus wird man versucht sein, die Menge der Leichen, welche alljährlich der Erde übergeben werden, in Vergleich zu setzen mit der Verunreinigung des Bodens durch die Abfallstoffe. Bei einer mittleren Sterblichkeit von 24 pro mille und einem mittleren Gewicht der Leichen von 40 *kg* mit 32·5 Procent organischen Substanzen liefern 1000 Menschen jährlich 312 *kg* organische Substanz in den Leichen. An Auswurfstoffen producieren 1000 Menschen aber jährlich 28·353 *kg* fäulnisfähiger Substanzen, so dass die Leichen hoch gerechnet kaum 1 Procent der von den Lebenden abgegebenen Auswurfsstoffen ausmachen.

Allerdings sind die Leichen ein Material, das umsomehr unserer Beachtung bedarf, als sie eine allzu unmittelbare Parallelstellung mit den übrigen Abfallstoffen nur schwer vertragen, da sie, wie wir wissen, die Krankheitsstoffe in sich bergen und die Infectionsstoffe in erster Linie von weit grösserer Bedeutung sind, als etwa das zersetzungsfähige Material der Leiche selbst.

Wenn nun auf den Friedhöfen alle Leichen sich sammeln, welche ein Opfer der verschiedensten Epidemien geworden sind, und wenn man Jahrhunderte hindurch fortfährt, die Keime der Krankheitsstoffe dort zusammengetragen, so erfordert die sanitäre Zulässigkeit dieses Verfahrens die gründlichste Überlegung; man wird aber auch dem reinen Gefühlsmomente, der Furcht der Menschen vor Leichen und ihrer Abneigung gegen Plätze, an welchen Leichen bestattet liegen, gebührend Rechnung tragen und ihre Beziehung zu bewohnten Orten regeln müssen.

Das Leichenwesen.

Eine sanitäre Maßregel ist in erster Linie die sichere Constatierung des Todes eines Verstorbenen, die Leichenschau; dieselbe wird in den meisten Staaten durch besondere aufgestellte Personen vorgenommen, aber durchaus nicht immer durch Ärzte.

Unter den Kennzeichen des Gestorbenseins sind die wichtigsten das Eintreten der Fäulnis und zwar einer allgemeinen Fäulnis der Leiche, ferner das Einfallen des Augapfels und die Lösung der Oberhaut. Die Richtigkeit der Leichenschau wird umsomehr verbürgt, je mehr die Leichenschauer durch ihre Kenntnisse ein Einsehen in das Wesen des Todes besitzen. Daher müsste überall, wo irgend möglich der Arzt die Leichenschau ausüben, oder, so dies unmöglich ist, doch wenigstens das niedere Heilpersonal.

Die Leichenschau soll zwar in erster Linie das Begraben Scheintodter verhindern, sie hat aber auch andere Aufgaben; sie soll durch die Constatierung der Todesart behilflich sein, Verbrechen aufzudecken, die Verheimlichung der Folgen von Curpfuscherei zu verhindern, namentlich aber durch Ausmittlung contagiöser und epidemischer

Krankheiten zur Herstellung genauer Sterbelisten und einer genauen Statistik verhelfen.

Da in sehr vielen Fällen, z. B. auf dem Lande, zur Behandlung von Kranken, namentlich der Kinder und alten Leute der Arzt nicht beigezogen wird, würde bei einer obligaten Todtenschau doch wenigstens die Leichenschau die vorliegenden Lücken unserer Kenntnisse theilweise erweitern oder manche Verbrechen entdecken helfen.

Aber namentlich mit Hinsicht darauf, dass es sich bei der Leichenschau nicht allein um die Constatierung des Gestorbenseins handelt, sondern um die Diagnose der Todesursache, ist ein medicinisch nicht unterrichteter Leichenschauer kaum zu gebrauchen.

Eine sorgsame Leichenschau kann der Verheimlichung des Ausbruchs contagiöser Krankheiten wirksam begegnen; die Anzeigepflicht der Ärzte genügt hierzu nicht, da dieselben durchaus nicht bei allen Kranken zugezogen werden und Curpfuscher aller Art einen nicht unerheblichen Theil der Praxis in Händen haben.

Man wird mit voller Zuversicht sagen müssen, dass eine wirkliche tadellose Medicinalstatistik ohne obligatorische Leichenschau nicht möglich ist.

Mit dem Waschen und Reinigen der Leichen beschäftigen sich die Todtenfrauen; durch ihren innigen Connex mit den Krankheitsstoffen und dadurch, dass ihnen häufig beschmutzte Wäsche, Kleidungsstücke u. s. w. der Verstorbenen verabfolgt werden, können vermuthlich auch Krankheitsverschleppungen vorkommen.

Die Beerdigungsfrist wird meist im Minimum zu 72 Stunden nach dem Tode angenommen, doch ist auch ein früherer Termin, wenn derselbe durch Ärzte begutachtet wird, zulässig. Da kein Grund entgegensteht, die Section einer Leiche alsbald nach dem Tode vorzunehmen, kann namentlich für diese Leichen ein sehr zeitiger Termin des Begräbnisses gewählt werden.

Die Leichen sollen sobald als möglich aus dem Sterbehause gebracht und in einem besonderen Raume, einer Leichenhalle, aufgebahrt werden; diese Maßregel ist einerseits nothwendig, um die Berührung der Leichen und den Besuch des Sterbehauses möglichst auszuschließen und so der Verschleppung contagiöser Krankheiten zu begegnen, ferner aus humanen Gründen, um dem wiederholten Schmerzausbruche der Angehörigen zu begegnen und ihn zu mildern.

Der Transport von Leichen wird in der Regel durch besondere gesetzliche Bestimmungen überwacht und darf meist erst nach Ausstellung eines Leichenpasses vorgenommen werden.

Die gesetzlichen Bestimmungen, welche darüber in verschiedenen Staaten bestehen, gehen ziemlich weit auseinander. In Preußen sind Leichentransporte aus epidemisch ergriffenen Bezirken nicht gestattet, sonst nur unter Anwendung eines Holzsarges, der von einem zweiten dichten Sarg umschlossen ist. In Österreich ist angeordnet: Nur nach erhaltener behördlicher Bewilligung darf eine Leiche nach einem anderen Orte als dem nächsten Begräbnisplatze überführt werden und zwar in entferntere Gegenden nur nach vorhergehender Einbalsamierung. Sie muss überdies in einem gutverpichten Sarg und mit diesem in einem

luftdicht verschlossenen metallenen Behälter gebracht werden; dauert der Transport längere Zeit, so muss der Metallsarg von einer hölzernen gut verschließbaren Kiste umgeben sein.

Soll eine schon begrabene Leiche an einen anderen Ruheort gebracht werden, so muss die Exhumierung in Gegenwart des Amtsarztes in einer Weise geschehen, dass weder für die dabei Beschäftigten, noch für die weitere Umgebung Gefahr zu besorgen ist; es sind die kühlen Morgenstunden, wo möglich die kältere Jahreszeit zu wählen; im vorsichtig geöffneten Grabe ist Leiche und Sarg einige Zeit zu lüften.

Zersetzungsvorgänge in der Leiche.

Mit dem Erlöschen des Lebens verliert der Körper seine Eigentemperatur und kühlt sich auf die ihn umgebende Lufttemperatur ab; die dem Leben eigenthümlichen Zersetzungen sistieren, doch können manche Organe auf Reize noch einige Zeit nach dem Tode reagieren. Nach den Lebensprocessen stellen in den Zellen und Säften der menschlichen Leiche sich andere Processe ein, bei denen das nunmehr todte Material nur ein Substrat für Zersetzungen aller Art bietet und welche mit der vollkommenen Zerstörung des Organisierten wie Organischen enden. So sehen wir in der Regel von dem Leichenmaterial, welches dem Boden übergeben wird, schließlich nur anorganische Reste der Knochen übrig bleiben.

Die Ursachen nun, denen die Zerstörung der Leichen im Boden zugewiesen werden muss, sind offenbar mehrfache; jedenfalls muss der größte Theil der Zersetzungsarbeit biologischen Vorgängen zugeschrieben werden. Niedere Thiere und Pflanzen wirken zerstörend auf die organischen Substanzen der Leiche ein; so gehen die Eiweißstoffe, das Fett und die mannigfachen anderen Theile der Leiche zugrunde. Die in den Organen abgelagerten Salze werden frei und kommen bei bewachsenem Boden den Pflanzen zu gute. Neben diesen Vorgängen greift aber wohl auch der Sauerstoff der Atmosphäre in gewissem Sinne secundär, doch kräftig in die Zersetzungen ein.

Unter den biologischen Processen nimmt die Zerstörung der Leichentheile durch niedere Thiere eine in den Einzelfällen verschiedene, der Quantität der Leistung nach schwer zu schätzende Stelle ein. Es finden sich von niederen Thieren namentlich Larven verschiedener Fliegen und Hematoden in dem dritten Theil aller daraufhin untersuchten Leichen. Durch diese werden Eiweißstoffe und wohl auch die Fette verbraucht. Jedenfalls haben die Maden einerseits die Fähigkeit, sehr bedeutende Stoffmengen zu zerstören, und andererseits tragen sie zu rascher Zersetzung der Weichtheile bei, da die Stoffwechselproducte, welche sie erzeugen, ein sehr günstiges Substrat für die Entwickelung der Fäulniskeime zu bilden scheinen und durch die nach allen Richtungen hin vordringenden Würmer die Bacterienzucht verschleppt wird. Die vielgenannten Leichenwürmer sind die Maden eine Fleischfliege (Sarcophaga mortuorum), welche das Menschenfleisch besonders bei Ablagerung ihrer Eier bevorzugt.

Mit dieser Zerstörung durch die Würmer ist die Zersetzung der Leiche durch niedere Pilze theils eng verknüpft, theils folgt sie der ersteren als ein besonderer Zersetzungsmodus nach. Von den niederen Pilzen betheiligen sich wohl alle Arten an dem Zerstörungswerke der Leiche, die Spaltpilze, Hefepilze und Schimmelpilze; doch dürfte die Leistung der Hefen im Allgemeinen die geringste sein. Sieht man von letzteren und den von ihnen bedingten Gährungen ab, so haben die Spalt- wie Schimmelpilze sowohl die Fähigkeit, von den complicierten Körperbestandtheilen direct zu leben, als auch vermögen sie mit den mannigfachsten Stoffen, den Extractivstoffen des Muskels, der Leber u. s. w., dem Harne, Amiden, die bei der Fäulnis entstehen, und organischen Säuren sich zu erhalten. Sie führen die complicierten Stoffe in einfache über, welche theilweise den Charakter von Oxydationsproducten, theils den Charakter von Reductionsproducten besitzen. So entstehen neben Kohlensäure mitunter Schwefelwasserstoffgas, Kohlenwasserstoff (Sumpfgas), Wasserstoffgas, neben Amiden niedere Fettsäuren oder auch eine vollkommene Zerstörung zu Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Salpetersäure oder salpetriger Säure.

Die bei der Zerstörung der Leichen verlaufenden Processe sind für unsere Sinne durch zwei verschiedene, in groben Umrissen leicht trennbare Erscheinungsreihen gekennzeichnet: durch die zu Anfang der Zerstörung der Leiche eintretende Fäulnis und durch die späterhin die Zersetzung zu Ende führende Verwesung.

Die Leichenfäulnis wird gekennzeichnet durch stinkende Zersetzungsgase, die Verwesung erzeugt einen leicht modrigen, wenig störenden Geruch. Fäulnis und Verwesung repräsentieren auch chemisch streng geschiedene Vorgänge. Die Leichenfäulnis ist eine Zersetzung eiweißartiger organischer Stoffe unter Sauerstoffabschluss, wobei sowohl gasförmige Oxydationsproducte (Kohlensäure) als auch Reductionsproducte (Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas) entstehen und zugleich eine Reihe unvollständiger Umsetzungsproducte sich bilden. Bei diesen Spaltungsprocessen treten Moleküle Wassers in die zu zerlegenden Verbindungen ein; die Fäulnisprocesse gehören größtentheils in die Reihe der Hydratationen. Der bei der Zersetzung des Wassermoleküles frei werdende Wasserstoff vermag namentlich Sulfate in Schwefelmetalle umzuwandeln und freien Schwefelwasserstoff zu entwickeln. Phosphorwasserstoff wird nicht erzeugt.

Zu den unvollkommenen Zersetzungsproducten der Eiweißfäulnis gehören Amidosäuren, Tyrosin, Leucin, niedere Fettsäuren, Indol, Skatol und Ptomaïne.

Der Fäulnisgeruch setzt sich aus verschiedenartigen Stoffen zusammen, aus dem Schwefelwasserstoff, den niederen Fettsäuren, namentlich aus dem stark riechenden Indol und wohl noch ungekannten Verbindungen.

Es gibt auch eine Reihe von Zersetzungen, welche ganz dem Typus der Fäulnisprocesse haben, ohne dass das zerstörte Material gerade Eiweiß zu sein braucht, und ohne dass dabei etwas stinkende Producte auftreten. Hierher gehört z. B. die Zerlegung der Ameisensäure unter dem Einflusse niederer Organismen, zu Kohlensäure und Wasserstoff:

$$(CHO_2)_2\ Ca + H_2O = CO_3\ Ca + CO_2 + 2H_2$$

dann die Gährung der Cellulose mit Kloakenschlamm, wobei Sumpfgas entsteht:

$$n.\ C_6H_{10}O_5 + n\ H_2O = 3\ n\ CO_2 + 3\ n\ CH_4$$

endlich die Umwandlung der Milchsäure zu Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff

$$(C_3H_5O_3)_4\ Ca_2 = CO_3\ Cn + 3\ CO_2\ 4\ H_2 + (C_4H_7O_2)_6\ Ca.$$

Die Leichenfäulnis ist jedenfalls ein complicierter Vorgang, bei welchem zuerst mancherlei Nebenproducte entstehen, welche allmählich in einer ihrer Eigenart entsprechenden Weise dann weiter zerlegt werden. Sie setzt sich gewissermaßen aus einer Unzahl einzelner Fäulnisprocesse zusammen.

Begünstigt wird die Leichenfäulnis durch hohe Temperatur insoweit dieselbe innerhalb der biologischen Grenzen bleibt, durch einen höheren Grad von Feuchtigkeit und neutrale oder schwach alkalische Reaction.

Eine außerordentlich große Anzahl von Spaltpilzen vermag bei Sauerstoffabschluss in eiweißartigem Substrat zu leben und das letztere zu zerstören; die Erregung von Fäulnisprocessen ist also eine weitverbreitete Eigenschaft der Spaltpilze; aber selbst wenn wir nur auf das Moment des Entstehens übelriechender Verbindungen Gewicht legen wollen, können wir eine größere Anzahl von Keimen bezeichnen, welche diese Fähigkeit besitzen. Theils gibt es Kokken (Micrococcus fötidus, Micrococcen der Fäulnis), deren sich viele besonders bei Beginn der Fäulnis einzustellen pflegen, theils Bacterien z. B. bac. butyricus, pyogenes fötidus, putrificus coli, die von Hauser gefundenen Proteusarten (Proteus vulgaris, mirabilis, Zenkeri), das Anaërobe bakterium termo u. s. w., und sicher ist die Zahl derart wirkender Keime noch weit größer.

Die Fäulnis würde im allgemeinen eine vollkommene Zerstörung der organischen Verbindungen nicht zustande bringen, da diese die Einwirkung des Sauerstoffes unbedingt voraussetzt. Diese vollkommene Zerstörung wird durch den Verwesungsprocess eingeleitet. Folgt man den Anschauungen Hoppe-Seylers, so würde der letztere sich enge den Fäulnisprocessen anschließen und gewissermaßen einen Fäulnisprocess bei Gegenwart von Sauerstoff darstellen. Der bei ersteren auftretende nascierende Wasserstoff spaltet die Sauerstoffmoleküle und verbrennt dabei zu Wasser, daher unterbleiben die durch den Wasserstoff bei den eigentlichen Fäulnisprocessen eintretenden Reductionen. Das zweite Sauerstoffatom stellt activen Sauerstoff dar und wirkt kräftig oxydierend auf die in seiner Nähe befindlichen organischen Stoffe ein. Die Ursache der Zerlegung bei den Verwesungsprocessen liegt also in den Zellen, d. h. den Organismen, welche auf das Nährmaterial einwirken; secundär, aber kräftig ist die Einwirkung des Sauerstoffes. Die Zerstörung durch die Verwesung schließt sich in ihrem Chemismus den Lebensprocessen, wie wir sie bei den höheren Thieren ablaufend finden, enge an.

Die Verwesung der Leichen dürfte der Hauptsache nach durch Schimmelpilze besorgt werden, weil zur Zeit dieser Vorgänge der Wassergehalt der Leiche so weit vermindert ist, dass Spaltpilze einen

geeigneten Boden für ihre Thätigkeit nicht mehr finden können; doch ist nicht ausgeschlossen, dass schon während der Fäulnis partiell auch Verwesungsprocesse, welche von Bacterien verursacht sind, stattfinden. Schimmelpilze können aber an der Fäulnis wegen des großen Sauerstoffbedürfnisses, das ihnen zukömmt, nicht theilnehmen.

Für die Leichenfäulnis kommen nur Spaltpilze in Betracht, aber, wie schon oben gesagt, Keime der verschiedensten Art und Herkunft. Jede Leiche birgt in ihrem Darmcanale unzählige Mikroorganismen, welche nach dem Tode in großen Massen die Darmwand durchbrechen und die Zersetzung einleiten. Auch wenn man ganz gesunde Thiere tödtet und sie in mit Sublimat getränkten Tüchern liegen lässt, faulen sie rasch, namentlich an den Baucheingeweiden; dagegen findet nur sehr langsam die Einwanderung von Keimen nach den Extremitäten hin statt (Rubner).

Bei den an Krankheiten Gestorbenen können sich z. B. bei manchen Infectionskrankheiten Keime an den verschiedensten Theilen des Körpers finden und sich vermuthlich an der ersten Zersetzung betheiligen. Eine kräftige Durchimpfung der Leiche wird bei directem Contact mit der Erde sich ausbilden, wo diese aber durch die Särge etwa gehindert ist, namentlich durch einwandernde oder auf der Leiche selbst sich entwickelnde Maden.

Beobachtungen über die Leichenzersetzung.

Nach directen Beobachtungen wird die Zersetzung der Leichen in dem Grabe durch die stinkende Fäulnis eingeleitet (Reinhard, Moser), letztere dauert aber kaum länger als drei Monate. Es erfolgt dann durch das Austreten von Flüssigkeit aus der Leiche eine allmähliche Eintrocknung und der Übergang zur Verwesung. Nach den umfassenden Ausgrabungen der sächsischen Bezirksärzte sind in porösem Sand- oder Kiesboden die Leichen der Erwachsenen in sieben, jene der Kinder in vier, in Lehmboden die ersteren in neun, die letzteren in fünf Jahren bis auf die Knochen zerstört. Wahrscheinlich sind die Unterschiede auf den bei Lehmboden bei Regenfall leicht eintretenden Verschluss der Porenräume des Bodens und den Mangel an Luftzufuhr zurückzuführen. Fleck konnte aus Gräbern in Lehmboden sechs bis neun Monate des Jahres, wegen Verschluss der Poren durch Feuchtigkeit keine Luft aspirieren; bei Sandgräbern während fünf Monate nicht, Kiesboden war jederzeit durchgängig.

Günstig auf die Zersetzung wirkt der Wechsel der Befeuchtung; man beobachtet dies ja auch bei Holzpfählen, welche im Wasser stehen. So weit sie ständig mit dem Wasser oder der Luft in Berührung sind, erhalten sie sich Jahre lang in gutem Zustande. Sie faulen an jenen Stellen, an welchen der Wasserspiegel schwankt.

Die Raschheit der Zerlegung hängt weiters dann von der Bodentemperatur ab; in der Tiefe des Grabes von Erwachsenen schwankt die Temperatur in unserem Klima zwischen 5·7° im März und 11·2° im August oder September. Die Temperatur der Kindergräber ist größeren

Schwankungen ausgesetzt; die Temperatur kann in den Sommermonaten auf 13 bis 15° C. steigen.

Kindsleichen werden rascher zerlegt als jene von Erwachsenen, weil sie eine größere Angriffsoberfläche bieten, oberflächlicher in dem Boden liegen und wegen der relativ stark entwickelten Bauchorgane reichlichst Bacterien enthalten.

Leichen von Personen, welche an infectiösen Krankheiten gestorben sind, sollen rascher zersetzt werden als andere; gleichfalls rasch zerfallen Personen, die an Schwefelwasserstoff- oder Kohlenoxydvergiftung sterben. Conservierend wirkt Alkohol-, Phosphor- und Schwefelsäurevergiftung.

Als Störungen der Verwesungsvorgänge müssen bezeichnet werden:

1. Die Mumification. Die mumificierenden Leichen trocknen, ehe sie von der Fäulnis ergriffen werden, vollkommen aus, werden „lufttrocken“ und halten sich in diesem Zustande fast 1000 Jahre. Das Entstehen solcher natürlicher Mumien kann entweder auf die Einwirkung sehr heißer trockener Luft (in den Wüsten) oder auf die Einwirkung von Kälte und verminderten Luftdruck, der die Verdunstung und Austrocknung begünstigt, zurückgeführt werden (St. Bernhard).

Die künstliche Mumification der Egypter war eine sehr complicierte Methode; es wurde das Gehirn von der Nase aus nach Zerstörung des Siebbeins mit eigenartigen Instrumenten herausgenommen, der Darm vom After aus gereinigt und die Leibeshöhle und die Hirnkapsel dann mit fäulniswidrigen Substanzen gefüllt. Das Einbalsamieren der Neuzeit erfordert gründliches Waschen der Leiche mit Carbolsäure (1:3 Alkohol) und Injection der Gefäße mit Sublimatlösung (1:30 Alkohol) durch die arteria carotis central und peripher und durch die art. axillares und iliacae.

2. Die Leichenwachsbildung (Adipocire). Sie tritt ein bei beständiger Einwirkung von Feuchtigkeit und dadurch veranlasstem Luftabschluss, sowohl bei dem Erdbegräbnis wie auch bei hermetisch geschlossenen Särgen. Auch bei zu starker Belegung der Friedhöfe und all zu kurzem Turnus werden Fettwachsleichen gebildet. Leichenwachs, weiß oder leicht gelblich von Aussehen, bisweilen auch schmutzig verfärbt, besteht der Hauptmasse nach aus freien Fettsäuren, fettsaurem Ammoniak oder fettsaurem Kalk. Die Fettsäuren sind Ölsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure; doch scheint die Ölsäure wesentlich vermindert. Die in Leichenwachs umgewandelte Leiche zeichnet sich durch ihr geringes Gewicht aus. Die Formen sind plump; bisweilen durch den Druck der Erde abgeplattet. Die mikroskopische Untersuchung lässt die Structur der Gewebe oft recht gut wahrnehmen; man erkennt inmitten in Leichenwachs übergegangener Muskelfibrillen intacte Stellen mit Querstreifen oder im Lungengewebe dessen eigenthümliche Structur. Diese Beobachtungen haben manche Autoren zu der Anschauung geführt, dass Leichenwachs aus einer Umwandlung von Eiweiß in Fett entstünde, während andere daran festhalten, dass nur die Umwandlung von Fett in Fettwachs, d. h. eine Saponification eintrete. In der Regel verändern sich nur fette Leichen zu Leichenwachs; an Theilen von Kinderleichen kann Leichenwachsbildung durch Einhängen in Wasser unschwer hervorgerufen werden (Kratter). Doch kommt auch die Umwandlung fettarmer Objecte wie der Lunge in Leichenwachs zustande.

Auf Veranlassung des sächsischen Landes-Medicinalcollegiums sind im Jahre 1879 von den Bezirksärzten Wiedereröffnungen von Gräbern unter den verschiedensten Verhältnissen behufs Studiums der dabei wahrzunehmenden Vorgänge in so großer Zahl gemacht worden, dass eine Zusammenstellung der hierbei gesammelten Erfahrungen wohl gerechtfertigt erscheint.

In Kies- und Sandboden war die Zersetzung von Leichen nach vier bis sieben Jahren so weit vollendet, dass nur noch Knochen und etwas amorphe Humussubstanz übrig blieben. Verzögerungen der Zersetzung kommen nur in feinkörnigem Sande vor, im Verhältnis etwa von 1:16, und beruhen auf Zurückbleiben von Gehirnresten.

In Lehmboden ist die Zersetzung von Leichen in der Regel spätestens nach fünf bis neun Jahren beendet. Verzögerungen der Zersetzung kommen häufiger vor, etwa im Verhältnis von 1:5. Sie beruhen theils auf Fettwachsbildung in geringerer oder größerer Ausdehnung und mit oder ohne Zurückbleiben von Gehirnresten, theils in letzterem allein.

In Grüften auf Kirchhöfen erfolgt die Zersetzung der Leichen nicht langsamer, als in durchlässigem Boden. Mumification einzelner Körpertheile kommt auf Kirchhöfen selten (ca. 1:50) zur Beobachtung und nur in sehr trockenem Boden.

Der Fäulnisgeruch der Leichen ist in der Regel schon nach drei Monaten, spätestens aber nach einem Jahre verschwunden. Die seltenen Ausnahmen sind durch außergewöhnliche Umstände bedingt. An der Zersetzung der Leichen wirken in mindestens einem Drittel der Fälle die Larven von Fliegen und andere niedere Thiere mit; ebenso auch niedere Pilze. Die Kleidungsstücke der Leichen zerfallen meist langsamer als diese selbst, am frühesten die aus vegetabilischen Fasern, erst spät die aus animalischen hergestellten. Am längsten widersteht Seide und Leder. Eine Verunreinigung der Brunnen von den Kirchhöfen aus findet, mit äußerst seltenen Ausnahmefällen, nicht statt. In der Regel ist das Wasser der Kirchhofsbrunnen reiner als das der Brunnen in bewohnten Städten. Gesundheitsschädigungen der nahe bei Kirchhöfen Wohnenden von den Kirchhöfen aus sind nirgends zu constatieren gewesen.

Schädigungen der Gesundheit durch Kirchhöfe.

Um die Schädigungen der Gesundheit durch Leichen beurtheilen zu können, ist es zweckmäßig, die einzelnen Wege, auf welchen eine Krankheitsübertragung möglich ist, gesondert zu betrachten.

Die bei der Zerstörung von Leichen auftretenden Gase sind vielfach als Krankheitsursache angesehen worden. Ihrer Natur nach sind sie entweder Fäulnisgase oder Verwesungsgase. Im ersten Falle Kohlensäure, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas und Ammoniak, neben einer geringen Menge riechender Stoffe; im zweiten Falle ist es im Wesentlichen nur Kohlensäure. Die mit den Leichen in Berührung gewesene Luft nimmt diese gasförmigen Producte auf und verliert dabei mehr oder weniger ihren Sauerstoffgehalt.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die genannten Gase, wo sie sich in großen Mengen und, ohne durch Hinzutritt frischer Luft entmischt worden zu sein, ansammeln, gesundheitsschädlich und tödtlich wirken können. Solche Fälle werden bei dichtgeschlossenen Grüften beobachtet; man hat auch wahrgenommen, wie die Gase, welche aus Massengräbern sich entwickelten, nach den Kellerräumen bewohnter Gebäude drangen und eine so hochgradige Verminderung des Sauerstoffgehaltes herbeiführten, dass Lichter zum Erlöschen kamen. Die Leichengase können ähnlich wie Leuchtgas auf weite Strecken in dem Boden nach bewohnten Gebäuden hin sich fortbewegen. Treten durch die genannte Anhäufung Gefahren für die Gesundheit ein, so hat man es dabei mit keiner specifischen Wirkung von „Leichengasen“ zu thun, sondern mit der Wirkung von Gasen, die sich auch bei anderweitigen Fäulnis- oder Verwesungsprocessen organischer Abfälle in dem Boden bilden können.

Der Brennpunkt der Frage bliebe freilich insofern noch zu untersuchen, als festzustellen wäre, ob nicht neben den bekannten Bestandtheilen in Leichengasen noch specifisch wirkende Stoffe vorhanden seien. Der Geruchssinn macht uns auf solche aufmerksam; die Leichengase sind ekelerregend und widerlich. Die Beobachtungen über die Gesundheitszustände von Personen, die in unmittelbarer Nähe von Kirchhöfen wohnen, geben keine eindeutigen Resultate.

Man hat bemerken wollen, die Nähe von Friedhöfen und Schlachtfeldern mehre das Auftreten gewisser Krankheiten und erzeuge namentlich bei herrschenden Epidemien intensivere Krankheitsformen; aber ebenso wird von gegentheiligen Erfahrungen berichtet und angegeben, dass Menschen, welche viel mit faulenden Leichen sich beschäftigen, wie die Schinder, einer blühenden Gesundheit sich erfreuen; ferner dass in der Nähe von Schlachtfeldern trotz der Unmenge faulender Menschen und Pferde keine Schädigung eingetreten sei. Mit den Gasen, welche sich in den Grüften und überfüllten Massengräbern ansammeln, darf man aber die Bodenluft in normal belegten Friedhöfen oder gar Friedhofsluft selbst nicht in Parallele stellen.

Die Gräberluft, soweit sie durch Aspiration aus dem Boden gewonnen und untersucht wurde, enthält reichlich Kohlensäure (Fleck, Smolensky, Hesse), aber doch nicht mehr, als man auch in mancherlei verunreinigten Städteboden beobachtet; Schwefelwasserstoff findet sich, da er meist durch die Bodenfeuchtigkeit und den Eisengehalt des Bodens absorbiert wird, fast nie, Ammoniak auch nur in geringen Mengen; die Luft behält aber immer ihren charakteristischen Leichengeruch. Bei längerem Betriebe eines Friedhofes speichert sich stickstoffhaltige Substanz in dem Boden auf; doch kann bepflanzter Boden, ohne Leichen, ebenso reich an Stickstoff sein wie Kirchhofboden (Delesse). Die Gräberluft stellt im allgemeinen bereits eine hochgradige Verdünnung der Leichengase dar, bewirkt durch die Bodenventilation.

Noch stärker werden die Leichengase bei dem Austritt aus dem Boden durch ihre Vermischung mit der Atmosphäre verdünnt. Pettenkofer berechnet unter sehr ungünstigen Annahmen, dass die Luft eines normal belegten Friedhofes nie mehr als $1/_{5000000}$ an solchen Leichengasen enthält.

Doch darf man nicht vergessen, dass die Friedhofsluft thatsächlich einen bestimmten Geruch besitzt, d. h. wenn auch in hochgradigster Verdünnung doch noch etwas, was auf unseren Körper wirkt, enthält. Der Kirchhofsgeruch entsteht nach den Angaben von Fleck nicht durch Leichengase, welche durch den Boden dringen, sondern er wird erst bemerkt, wenn der erste Turnus des Begräbnisses verflossen ist und bei dem Umgraben des Bodens Theile des letzteren, welche vorher mit den Leichen in unmittelbarem Contact waren und wohl noch unzersetztes Material enthalten, an der Oberfläche des Bodens lagern bleiben. Der Geruch tritt nach Regen stärker hervor als an trockenen Tagen.

Die Luft kann nicht allein die Trägerin von Leichengasen sein, sie könnte vielmehr auch durch die Verbreitung der specifischen Krankheitskeime schädlich wirken. Mit den Leichen werden die verschiedenartigsten pathogenen Mikroorganismen nach den Friedhöfen gebracht.

Von der Leiche weg können aber, solange erstere in normaler Weise von Erde bedeckt ist, Keime irgend welcher Art durch die Bodenluft nicht fortgeführt werden, weil der Boden einen absolut dichten Pilzverschluss bietet. Nur insoweit etwa Würmer an dem Transporte von Keimen sich betheiligen sollten, was zur Zeit noch nicht sicher steht, wäre eine Verbreitung der Keime denkbar.

Ob bei dem Ausgraben von Leichen der an Infectionskrankheiten Verstorbenen noch pathogene Keime zu finden sind, darüber stehen keine directen Untersuchungen zu Gebote. Man ist daher auf anderartige Beweisgründe und Überlegungen angewiesen. Man machte geltend, die niederen Temperaturen der Gräber (unseres Klimas) seien der Entwickelung pathogener Keime überhaupt nicht günstig und ließen eine Überwucherung durch saprophytische Arten der Spaltpilze wahrscheinlich erscheinen. Nur während der Fäulniszeit bietet sich für Spaltpilze eine geeignete Bedingung zur Entwickelung, später nach Austrocknung der Leiche findet sich nur für die Schimmelpilze die Möglichkeit ausreichender Vermehrung. Immerhin aber bildet der Boden ein gutes Conservierungsmittel für Keime, wodurch während längerer Zeit eine Erhaltung pathogener Keime nicht ganz von der Hand zu weisen ist. Zuverlässige Beobachtungen über bei dem Ausgraben von Leichen etwa zu Stande kommende Neuinfectionen liegen nicht vor.

Außer durch die Vermittlung der Luft könnten die Friedhöfe, wie man behauptet, auch durch eine Infection der Brunnen, welche durch das Weiterschwemmen gelöster giftiger Stoffe mit dem Grundwasser oder durch anderweitige Fortführung krankmachender Keime zu Stande komme, Schaden bringen. Diesem Vorgange aber stehen in der Absorptionskraft des Bodens und seiner Filtrationswirkung offenbar sehr wesentliche Hindernisse entgegen. Der Boden hält gelöste organische Stoffe und ebenso die Bacterien zurück. Wenn also der Grundwasserstand in geeigneter Tiefe unter der Grabessohle liegt und der Boden nicht etwa aus grobem Schotter besteht, werden die Absorption und Bodenfiltration ihre Wirkung thun und das Grundwasser und die Brunnen vor Schaden bewahren. Fleck hat die Dresdener Kirchhofwässer in der That nicht wesentlich von der Zusammensetzung der Brunnen der Stadt selbst abweichen sehen.

Hygienische Anforderungen an die Begräbnisplätze.

Die hygienischen Gesichtspunkte, welche bei Begräbnisanlagen zu beachten sind, lassen sich nachfolgend zusammenfassen:

1. *Entfernung von den Wohnungen und Lage der Begräbnisplätze.*

Die örtliche Lage des Friedhofs erfordert dringende Rücksichtnahme. Betreffs der Minimalentfernung solcher Plätze von den Wohnstätten aber ist es überaus schwierig, bestimmte Normen aufzustellen; wir können uns leider nicht auf Grund wissenschaftlicher Principien entscheiden, sondern sind auf die Zahlen angewiesen, welche die Gesetzgebungen verschiedener Staaten festsetzen, welche daher vielleicht zum Theil auf Erfahrungen fußen, zum Theil aber rein willkürlich beziffert worden sind. In Deutschland hält man an einer Entfernung von 200 Fuß zwischen Ortschaften und Friedhofsumgrenzung fest (bei einzelnen Wohngebäuden ist auch ein geringerer Abstand zulässig); in Frankreich beträgt die Entfernung nur 40 *m*, in London dagegen 180 *m*; in Österreich wird eine Entfernung über 12 Klafter als zulässig angesehen.

Zweifellos sollte in jedem Falle besonders geurtheilt werden und ist eine einheitliche Regelung der Frage kaum zulässig. Ein weiter Abstand der Friedhöfe von bewohnten Gebäuden ist nicht nur aus sanitären, sondern auch aus Gründen der Pietät gut zu heißen.

Bei der Wahl der Begräbnisplätze verdienen hochgelegene, von Winden bestrichene Plätze den Vorzug, weil hierbei eine schnelle Vertheilung der dem Leichenacker entströmenden Gerüche stattfindet; die günstigste Lage ist ein Hochplateau.

Die Errichtung von Begräbnisplätzen auf Abhängen kann manche Nachtheile nach sich ziehen. Von Abhängen läuft das Wasser rasch ab, versagt also der Leiche unter Umständen jene Befeuchtung, die zur raschen Verwesung nothwendig ist. Ferner bleibt zu beachten, dass ein stark geneigter, durch Gräber vielfach unterbrochener Boden leicht rutscht.

2. *Grundwasserverhältnisse und Bodenbeschaffenheit.*

Bei Anlage eines Friedhofes müssen der Stand und die Schwankungen des Grundwassers genau bekannt sein. Bei seinem höchsten Stande sollte das Grundwasser überall so weit von der Grabessohle abstehen, dass die Leichen nicht in der Zone des capillaren Wassers liegen, was durchschnittlich bei 0·5 *m* Entfernung der Fall sein dürfte. Plätze, an welchen die Höhe des Grundwasserstandes zeitweilig oder immer über die Grabessohle reicht, können wegen des Einflusses auf das Trinkwasser, namentlich aber wegen des hierbei bedenklich und unregelmäßig ablaufenden Zersetzungsvorganges, zu Begräbniszwecken nicht benutzt werden. Entweder sind solche Plätze zu drainieren oder mit gutem Kiesboden aufzuschütten. Leichen in Wasser oder in einem beständig feuchten Boden gehen leicht in Leichenwachsbildung über, widerstehen somit der vollkommenen Zersetzung.

Was die Beschaffenheit des Bodens anbelangt, so wissen wir zur Zeit noch nichts Näheres über einen Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Bodens auf die Leichenzersetzung. Nur so viel scheint sicher zu stehen, dass mit der längeren Benutzung eines Friedhofes die Verwesungsfrist immer größer wird; es scheint demnach die Anhäufung einer größeren Menge organischer Substanzen in dem Boden denselben zu Beerdigungszwecken ungeeignet zu machen.

Wichtiger als die chemische Zusammensetzung sind gewisse physikalische Eigenschaften des Bodens, für die Beurtheilung der Verwendung desselben zu Beerdigungszwecken. Einen mächtigen Einfluss auf die Vorgänge der Leichenzersetzung übt die Porosität des Erdreichs aus, da diese den Zutritt von Luft und Wasser zur Leiche regelt. Kies und Gerölle und ähnlicher Boden lassen sowohl Wasser wie Luft genügend leicht hindurch und erzeugen eine rasche Zerstörung der Leiche.

Es vermag sowohl Wasser selbst bei geringem Regenfalle zur Leiche zu dringen, als auch bleiben größere Porencanäle frei, durch welche die Luft leicht eindringen kann. Der Kiesboden soll aber insoweit dicht sein, dass er eine filtrierende Wirkung zu entfalten im Stande ist.

Den Gegensatz zum Geröllboden bildet einerseits ein staubfreier Sand-, andererseits ein mehr oder weniger reiner Thonboden. Solange diese Bodenarten der Luft zugänglich sind und solange sie das Wasser nicht zurückhalten, eignen sie sich zu Bestattungszwecken. Reiner Lehmboden bietet zu wenig Durchgängigkeit für Luft und Wasser; in trockenem Zustande erhält er Risse und Sprünge und ist deshalb zu vermeiden. Eine geringe Beimengung von Lehm und Kies und anderem durchlässigen Boden hingegen schadet nichts, ist sogar erwünscht, da der Lehm in hohem Grade die Fähigkeit hat, Fäulnisproducte aus dem Gräberwasser an sich zu ziehen.

3. *Tiefe und Flächeninhalt des Grabes.*

Die Tiefe des Grabes hat auf die Leichenzersetzung einen Einfluss, insoferne sie die Temperatur reguliert; sie kommt aber auch in Betracht, insoferne die Grabesdecke jenes Mittel ist, durch welches die gasförmigen Zersetzungsproducte der Leiche unschädlich gemacht werden. Die Erfahrung scheint zu lehren, dass die Grabestiefe von 1·88 *m* jedwede üblen Emanationen ferne hält. Pettenkofer erachtet sogar schon 1·2 *m* als Grabestiefe für vollkommen zureichend. Auf die Zeitdauer, innerhalb welcher die Leichenverwesung abläuft, hat die Beschaffenheit des Sarges, in dem die Leiche ruht, Einfluss. Der Sarg scheint die Zersetzung rascher zu machen und alsbald die Verwesung einzuleiten. Die aus der Leiche austretenden Flüssigkeiten fließen auf den Boden des Sarges, von oben schützt der Deckel vor Befeuchtung. Die Austrocknung schreitet rasch vorwärts und kürzt die Zeit der Fäulnis ab (Schuster); eichene Särge sollen günstiger wirken als fichtene (Moser). Metallsärge verlangsamen die Zersetzung.

Für die Größe eines Einzelgrabes empfiehlt sich eine Länge von 2 und eine Breite von 1 *m*; nach jeder Richtung soll außerdem noch ein Abstand von den Grenzen des nächsten Grabes um circa 60 *cm*

bleiben. Sonach ist für ein Einzelgrab eine Fläche von 4·2 m^2 nöthig. Man rechne zwei Kinder unter 10 Jahren auf ein Grab eines Erwachsenen.

Gemeinsame Gräber für mehrere Leichen sind hygienisch unstatthaft, da durch eine derartige Anhäufung von faulendem Materiale einerseits Übersättigung des Bodens und damit ein Weiterdringen von Zersetzungsproducten nach der Tiefe sich einstellen könnte und eine hochgradige Veunreinigung der Luft nicht ausgeschlossen erscheint.

Um die Fäulnis der Leichen möglichst auszuschließen und rasch die Verwesung einzuleiten, empfiehlt Nägeli das Einstreuen von Kochsalz in die Körperhöhlen der Leiche.

4. Die Verwesungsfrist, Größe der Friedhöfe.

Die Verwesungsfrist der Leiche ist außerordentlich von den Ansprüchen abhängig, die gestellt werden; da die Knochen oft selbst nach Jahrhunderten noch nicht verwest sind, wird man die Zerstörung der Weichtheile als die Grenze ansehen müssen, bis zu welcher die Zersetzung der Leichen fortzuschreiten hat. Die Verwesungsfrist wäre je nach der Bodenart verschieden zu bestimmen. Zur Zeit besitzen wir keine rationell normierten Verwesungsfristen; sie schwanken von 5 bis 30 und noch mehr Jahren. Nach den Untersuchungen der sächsischen Bezirksärzte (s. o.) genügt im Kiesboden ein Zeitraum von sieben, im Lehmboden ein Zeitraum von neun Jahren. In Lehmgräbern wird aber häufig ein anormaler Verlauf der Verwesung beobachtet.

Ebenso ist es schwierig, allgemein die Zeit bestimmt zu normieren, wann ein zur Schließung gelangter Friedhof zu anderen Zwecken, z. B. als Bauplatz oder als Acker benutzt werden kann. Gegen das Besäen und Bepflanzen, wenn dabei der Boden nicht tief aufgewühlt werden muss, lässt sich schon nach wenigen Jahren nach der Auflassung des Friedhofes vom sanitären Standpunkte nichts einwenden. Vorsichtiger muss man aber bei Überbauung eines Friedhofes verfahren. In Österreich ist die Bebauung eines aufgelassenen Friedhofes schon nach zehn Jahren gestattet, in Preußen nach 40, in Baden und Sachsen nach 20 bis 30 Jahren.

5. Die Friedhofsverwaltung.

Der für einen Begräbnisplatz erforderliche Flächenraum ist zu berechnen nach dem für ein einzelnes Grab angenommenen Durchschnittsraum, multipliciert mit der Anzahl der jährlich zu beerdigenden Leichen und der Zahl der Jahre, für welche eine einmalige Benutzung des Raumes in Aussicht genommen wird. Hierzu kommt dann noch der Raum für Wege, Nebeneinrichtungen, Leichenhäuser, Kapellen, Plätze, Grüfte u. s. w. Bei Anlage eines Friedhofes muss auf das Anwachsen der Bevölkerung gerechnet werden. Die Controle und Bewirtschaftung der Beerdigungsplätze sollte stets nur sachverständigen Personen übertragen werden. Es ist eine strenge Ordnung der Gräber beizubehalten und durch genaue Buchung ein zu frühzeitiges Öffnen der Gräber zu

vermeiden. Die Bepflanzung der Begräbnisplätze ist nicht nur vom Pietätsstandpunkte aus, sondern auch aus hygienischen Gründen wünschenswert. Bäume erschweren jedoch durch das Wurzelwerk das Auswerfen der Gräber.

Das Begraben in Grüften.

Zu mannigfachen Missständen hat das Begraben in Grüften geführt; solche fanden sich vielfach in früheren Zeiten, namentlich in den Grabgewölben von Kirchen angebracht, bestimmt die Leichen reicher und vornehmer Leute aufzunehmen. Es soll mitunter in solchen mit Leichen überladenen Kirchen zu Massenerkrankungen gekommen sein.

Grüfte wurden übrigens auch für die Massenbeerdigungen der Armen verwendet.

Noch im fünften Decennium dieses Jahrhunderts hielt man es auf den Pariser und Londoner Friedhöfen für zulässig, die Grüfte ununterbrochen nach Belieben mit Leichen zu füllen. Wegmann-Ercolani berichtet noch im Jahre 1863, dass zu Neapel auf dem Armenkirchhof sich 366 gemauerte Grüfte befinden, dass alle Tage eine andere Gruft geöffnet wird und dann 20 bis 30 Leichen ohne Sarg auf die Masse der noch nicht verwesten Theile hineingeworfen werden. Pellieux beobachtete im Jahre 1849 auf den Pariser Friedhöfen, dass nicht bloß die Grüfte selbst eine enorme Menge von Kohlensäure enthielten, sondern dass das ganze Erdreich in weitem Umfange von Kohlensäure durchdrungen war und diese sogar die Keller der benachbarten Häuser derartig füllte, dass die Lichter bei dem Betreten der Keller auslöschten. Solche Grüfte sind im höchsten Grade bedenklich und sollten strenge verboten sein.

Damit soll wieder nicht gesagt sein, dass eine jede Gruft zu verwerfen sei. Grüfte, welche nur eine oder wenige Leichen bergen und eine feste Bedeckung durch Erde, eingefalzte Platten haben, können an Stellen, wo sie vom Verkehr möglichst abgeschlossen sind, als sanitär wenig bedeutsam angesehen werden. Jedenfalls aber ist beim Betreten einer Gruft oder bei Neubesetzungen, die der Familienbedarf erheischt, Vorsicht nöthig; die Gruft sollte rechtzeitig geöffnet und gelüftet werden, ehe man in sie einsteigt.

Die Feuerbestattung.

Bei einer zweckmäßigen Anlage und einer sachverständigen Controle können die Beerdigungsplätze nicht als gesundheitsgefährlich bezeichnet werden, und nur wenn Fälle eintreten, bei welchen die nöthige Sorgfalt bei der Wahl der Friedhöfe und der Art der Grabbelegung nicht platzgreift oder nicht greifen kann, machen sich allerdings mancherlei Übelstände geltend.

Man drängt aus diesen und noch manchen anderen Gründen dazu, von der Leichenbeerdigung abzusehen und die Leichenverbrennung an ihre Stelle zu setzen.

Ob das Bedürfnis, die Leichen zu verbrennen, vom sanitären Standpunkte auch in dem Falle, wenn geeignete Beerdigungsplätze zur Verfügung stehen und ein geordneter Friedhofsbetrieb stattfindet, vorhanden ist, kann, wie aus den früheren Auseinandersetzungen hervorgeht, keineswegs direct bejaht werden. Immerhin muss aber die Hygiene die Frage der Leichenverbrennung von ihrem Standpunkte beachten. In neuerer Zeit haben in Deutschland wie in anderen Ländern vielfach Leichenverbrennungen stattgefunden.

Die Feuerbestattung muss in einem besonderen Apparate vorgenommen werden; der Scheiterhaufen der Alten, wie der der Hindus bewirkt nur ein Ankohlen und Halbverbrennen.

Von den verschiedenen Apparaten, die bisher zum Zwecke der Feuerbestattung in Vorschlag und Anwendung kamen, bietet der Siemens'sche Generativofen die meisten Vortheile. Bei diesem Apparat wird die Leiche durch zur Weißglut gebrachte Luft verbrannt. Die Weißglühhitze wird durch eine Gasfeuerung erzielt.

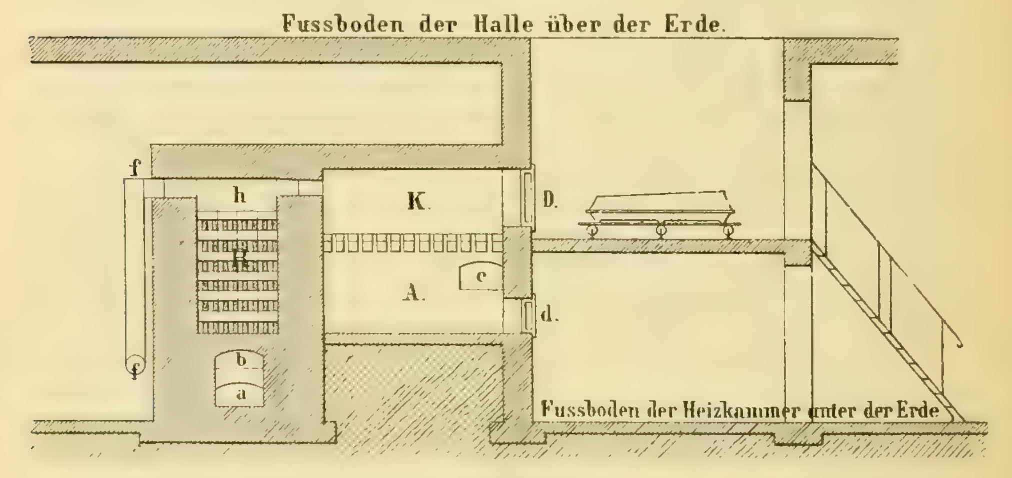


Fig. 158.

Das Verbrennungsverfahren ist folgendes: Der Gaserzeuger oder Generator wird derart in Betrieb erhalten, dass durch eine Füllvorrichtung in Intervallen von einigen Stunden eine Wiederanfüllung des consumierten Brennmateriales an Stein-, Braunkohle, Torf, und Holz stattfindet.

Das gebildete Gas wird aus dem Generator durch einen mit einer Regulierklappe versehenen Canal *a* (Fig. 158) in den Regenerator geführt, wo dasselbe mit einem ebenfalls regulierbaren Luftstrom *b* zusammentreffend, in Flamme verwandelt wird. Die so gebildete Flamme durchstreicht die Regeneratorkammer *h* und erhitzt das darin gitterartig aufgeschichtete Ziegelmaterial bis zur Weißglut.

Die der Flamme anhaftende übrige Wärme dient dazu, den Ofen oder die Kammer *K*, welche zur Aufnahme der Leiche bestimmt ist, noch bis zur schwachen Rothglut vorzuwärmen, worauf die Flamme

durch einen Canal *c* in die Esse entweicht. Sobald sich der Ofen in dem oben beschriebenen Zustande befindet, kann der Process der Leichenverbrennung vor sich gehen.

Der Verschlussdeckel des Ofens *D* wird durch den den Ofen bedienenden Mann gehoben oder fortgeschoben und der zu verbrennende Körper in die Verbrennungskammer eingeführt.

Nachdem der Ofen wieder geschlossen ist, wird der Körper, je nach seiner Beschaffenheit, eine längere oder kürzere Zeit der Einwirkung der Rothgluth ausgesetzt, um den größten Theil seines Gehaltes an Flüssigkeiten zu verlieren, d. i. auszutrocknen.

Nachdem dieser Theil der Operation beendet ist — was in der Zeit von circa einer Viertelstunde stattfinden kann — schließt man die Gasklappe. In Folge dessen gelangt nunmehr nur Luft durch den Regenerator in den Verbrennungsraum. Diese wärmt sich beim Durchstreichen durch das weißglühende maschige Ziegelwerk im Regenator bis nahe zur Weißglut vor, in welchem Zustande dieselbe auf den vorgewärmten und zum großen Theil ausgetrockneten Körper trifft, was eine schnelle Verzehrung aller seiner verbrennenden Theile zur Folge haben muss. Die nicht verbrennbaren Theile (Asche) fallen als Pulver durch den Rost in den Aschenraum *A* und können durch eine besondere, hier befindliche Vorrichtung leicht gesammelt und herausgenommen werden. Durch das Gaszuleitungsrohr *f* kann man außerdem Gas am oberen Ende *h* des Regenerators eintreten lassen, um bei anhaltenden Verbrennungen die Kammer (*K*) vor zu großer Abkühlung zu schützen.

Die Verbrennung der Leichen in dem Siemens'schen Verbrennungsofen ist nach Schmitt so vollständig, dass selbst der Stickstoff des thierischen Körpers in die elementare Form übergeführt wird. Die Verbrennungsgase bestehen aus Kohlensäure, Wasserdampf, Stickstoff und überschüssigem Sauerstoff. Man hört nur das Geräusch des Luftzuges, aber kein Geräusch (Prasseln), das von der brennenden Leiche ausgeht. Der Ofen verbrennt also vollkommen und in einer der directen Beobachtung entrückten, der Pietät nicht widersprechenden Art; aber er verbrennt nicht rasch genug und entspricht in ökonomischer Hinsicht bei intermittierendem Betriebe nicht.

Bei continuierlichem Betrieb der Öfen lässt sich der ganze Process der Verbrennung in zwei Stunden mit 100 *kg* Braunkohle zu Ende führen. Wenn aber der Ofen jedesmal frisch angeheizt werden muss, steigern sich die Kosten wegen des großen Verbrauches an Brennmaterial.

Doch wird durch die Fortschritte der Technik die Aufgabe in einer den hygienischen Grundsätzen und allen anderen Rücksichten entsprechenden Weise sich lösen lassen.

Es bleibt aber bis jetzt noch fraglich, ob die Einführung der Leichenverbrennung auch den Kampf siegreich bestehen werde, der gegen diese Neuerung durch die herrschende Sitte, durch die rituellen Gebräuche, durch die Art, wie wir unsere Pietät gegen die Todten bezeugen und namentlich durch gewisse forensische Bedenken wachgerufen ist. Der stärkste Einwand wird immer die durch die Feuerbestattung erfolgende Vernichtung aller Spuren von Verbrechen bei Leichen sein, ein Einwand, der aber durch eine obligatorische Leichenschau entkräftet werden kann.

Literatur: Flügge, Anlage von Ortschaften, Handbuch der Hygiene, II. Theil, 1. Hälfte. Leipzig 1882. — Wolffhügel, Die Wasserversorgung, Handbuch der Hygiene 1882. — Fischers Technologie des Wassers, Braunschweig 1878. — Eifert, Süßwasserthiere, Braunschw. 1878. — Tiemann und Gärtner, Die chemische und bacteriol. Untersuchung des Wassers 1889. — Erismann, — Die Entfernung der Abfallstoffe, Handbuch der Hygiene. II. Theil, 1. Hälfte. — Heiden, Müller, Langsdorff, Die Verwertung der städt. Fäkalien, Hannover 1885. — König, Die Verunreinigung der Gewässer, Berlin 1887. — Grotefend, Das Beerdigungswesen im preuß. Staat 1869. — Schuster, Beerdigungswesen, Handbuch der Hygiene, II. Theil, 1. Hälfte 1882.

Siebenter Abschnitt.

Die Ernährung.

Erstes Capitel.

Die Aufgaben der Nahrungszufuhr.

Das Verlangen nach Nahrung stellt für den Menschen eine unbewusst treibende Kraft dar, der wir in allen Lebensgewohnheiten uns fügen, welche unsere Zeiteintheilung beherrscht und durch die Allgemeinheit des Zwanges selbst die Urheberin zu politischen Umwälzungen geworden ist. Zeiten der Noth und des Mangels an Nahrung gelten daher für die Staaten und deren Organisation als eine gefährliche Klippe. Der mit dem Nahrungstrieb eng verknüpfte Trieb zur Selbsterhaltung löst alle gesetzlichen Bande; der dem Hunger Preisgegebene wird zu den scheußlichsten Verbrechen und zur widernatürlichen Anthropophagie fortgerissen. Aber selbst da, wo nur von ungenügender Nahrung gesprochen werden kann, macht sich wenigstens ihr Einfluss auf die Stimmung geltend. Knapp zureichende Zufuhr macht morose, missgünstig, widerwillig, die Arbeit wird schwer und lästig; eine gute Verpflegung dagegen hebt die Stimmung, heitert an, der Schlaf gibt Erquickung, das Erwachen frische Arbeitslust. Die Frage der Ernährung muss in letzter Linie stets der Angelpunkt für alle Bestrebungen socialer Verbesserungen bilden.

Der Ernährung kommt unzweifelhaft ein Einfluss auf die Entwickelung des Körpers zu; bei kümmerlicher und ungeeigneter Kost werden die einzelnen Organe nur schlecht ausgebildet, die Muskeln zur Arbeitsleistung ungenügend und da das Knochenwachsthum unzureichend ist, so leidet auch die Größe des Individuums bei schlechter Kost eine Einbuße. Die gute körperliche Entwickelung liegt im Interesse einer Nation; die Arbeitsfähigkeit und Wehrkraft hängt von ihr ab.

Freilich wissen wir recht wohl, dass die gute oder schlechte Ernährung eines Volkes weder Schuld und Verdienst des Einzelnen ist, noch überall eine Änderung in der Macht des Staates steht; dort, wo eine ständige Übervölkerung eintritt, müsste jederzeit auch eine kümmerliche Ernährung das Ende sein. Das Missverhältnis zwischen

der Production der Nahrungsmittel und dem Bevölkerungszuwachs scheint nach den Ideen von Malthus jedweder allgemeinen Verbesserung auf diesem Gebiete den Boden zu entziehen.

Wir haben aber schon früher auf das Unzutreffende dieser Lehren hingewiesen und gezeigt, dass wir uns zur Zeit keineswegs auf einer derart abwärts führenden Bahn befinden; da die Überproduction auch auf anderem Wege behoben werden kann, dürfen wir uns auch der Hoffnung hingeben, dass eine Besserung und Hebung der allgemeinen Ernährungszustände erreichbar ist.

Die Mängel beruhen in den meisten Staaten vielfach auf einer wenig geordneten Bewirtschaftung des Bodens und zeitlich ungenügender Production von Nahrungsmitteln, ebenso auf einer vielfach unzureichenden Vergütung für die Arbeitsleistung. Sie beruhen aber vielfach auch auf Unkenntnis der Anforderungen der Ernährung; der Instinct allein bewahrt uns nicht vor allen Irrthümern; ferner auf üblen Gewohnheiten, insoferne die Nahrungsmittel in ungeeigneter Zubereitung gegessen werden. Vielfach werden Nahrungsmittel verschleudert, weil sie rasch verderben; hier müssen Conservierungsmethoden eingreifen und uns zur Frischerhaltung der Speisen dienen; oder es wird viel von den Nahrungsmitteln ungenützt aus dem Körper abgegeben (durch schlechte Ausnutzung, weil die Verwendung der betreffenden Nahrungsmittel eine unzweckmäßige ist).

Ein normal genährter Körper erhöht die Widerstandskraft gegen Krankheiten; er kann auch, von einer Krankheit befallen, die Consumtion durch Fieber und Nahrungsmangel weit besser ertragen als ein schlechtgenährter und wird eine kürzere Zeit der Reconvalescenz durchzumachen haben, um zu genesen.

Die Grundsätze der Ernährungslehre werden überall, wo dem Menschen die freie Auswahl der Nahrungsmittel entzogen ist, wie in Kranken- und Siechenhäusern, in Krippen- und Kleinkinderbewahranstalten, Pensionaten, Gefängnissen, bei Soldaten etc. absolut unentbehrlich; sie müssen uns überall zur Verfügung stehen, damit jederzeit rasch verbessernd eingegriffen werden kann.

Der Ernährung obliegen hinsichtlich der Veränderung oder Erhaltung unseres Körpers wichtige Aufgaben; im strengsten Sinne des Wortes gibt es überhaupt keine Veränderung der Functionen des Lebens und keine Äußerung des Lebens, welche nicht durch irgend eine Veränderung des Ernährungszustandes ausdrückbar wäre; jeder Gedanke und jeder Willensimpuls, jede Lust- und Unlustempfindung kommt nur zu Stande, indem Stoffe verbraucht werden, und indem Gehirn- und Nervenveränderungen vor sich gehen; die Thätigkeit der Speicheldrüsen, der gallebildenden Leber, der Magendrüsen u. s. w. verändert den Gleichgewichtszustand in unserem Körper und fordert neue Zufuhr, der sich contrahierende Muskel mehrt den Verbrauch an Stoffen.

Die Ernährung bedingt aber auch das Wachsthum und die Entwickelung des Kindes, oder sie ändert unsere körperliche Beschaffenheit. Der Magere, welcher fettreich wird, findet die Ursache in der Änderung in den Speisen; der Fette, welcher zum normalen Körperbestand zurückkehrt, muss seine Gewohnheiten und Speisemengen ändern.

Die Ernährungsvorgänge ruhen beim Menschen nie; er bedarf unter allen Umständen der Nahrungszufuhr; diese besorgen wir durch Zufuhr

von Speisen, d. h. in geeigneter Weise durch die Kochkunst zubereiteten Theilen von Thieren oder von Pflanzen; seltener werden rohe, unveränderte Gewebe aufgenommen. Diese natürlich vorkommenden Materialien der Ernährung nennt man Nahrungsmittel; hierher gehören Fleisch, Milch, Butter, Käse u. s. w. Getreidearten, Brot, Gemüse, Früchte u. s. w. Die Nahrungsmittel selbst sind weiter Gemische von Nahrungsstoffen. Unter letzteren sind in erster Linie die Eiweißkörper, Fette und Kohlehydrate zu nennen; andere organische Stoffe kommen selten in Betracht. Manchmal werden Nahrungsstoffe künstlich aus Pflanzen oder Thierbestandtheilen hergestellt, welche nicht als Nahrungsmittel verwendet werden können, z. B. der Rohrzucker aus dem Zuckerrohr und der Zuckerrübe, pflanzliche Öle durch Auspressen von Samen, der Milchzucker aus der Molke, Kunstbutter aus besonders verarbeiteten Thierfetten. Unter den Nahrungsstoffen nehmen dann auch anorganische Verbindungen, so das Wasser und eine Reihe von Salzen, eine wichtige Stellung ein.

Die Bedeutung der Ernährungsprocesse; der Kraftwechsel.

Wie alle höheren Organismen nimmt der Mensch als Nahrungsstoffe der Hauptsache nach Stoffe organischer Natur auf — Eiweiß, Fette und Kohlehydrate — außerdem Sauerstoff, der bei dem Athemprocesse der geathmeten Luft entzogen und durch das Blut den Geweben zugeführt wird.

Der Sauerstoff verbindet sich im Körper mit den organischen Nahrungsstoffen und es entstehen Kohlensäure und Wasser und neben diesen bei den Eiweißstoffen amidartige Körper, Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure Kreatin u. s. w. Wir sehen ferner, dass der Körper stets Wärme bildet undan die Umgebung abgibt. Diese Wechselwirkung organischer Stoffe mit dem Sauerstoff, wie auch die Erzeugung von Wärme erlöschen erst mit dem Tode. Leben, Stoffverbrauch und Wärmebildung finden wir stets miteinander vereint.

Verbrauch von Stoffen in dem Körper ist stets das Zeugnis des Lebens und die Lebhaftigkeit der Lebensprocesse wird ihren Ausdruck finden in erhöhter Erzeugung an Wärme. Der zuckende Muskel verbraucht mehr an Stoffen und entzieht dem Blute gieriger den Sauerstoff als der ruhende; die dem Nervenimpuls durch Secretion gehorchende Drüse wird wärmer gefunden als das ruhende Organ; der Schlafende erzeugt weniger Wärme als der Wache, der Arbeiter mehr als ein Stubenhocker. Doch steht nicht bei allen Lebensfunctionen die Wärme in geradem und einfachem Verhältnisse zu den Leistungen des Körpers, nicht einmal bei der mechanischen Arbeit; auch das Wachsthum, eine fundamentale Äußerung des Lebensprocesses, geht vor sich, ohne dass es in einer erheblichen Änderung der Wärmebildung einen Ausdruck fände.

Wenn man den Lebensprocess richtig erfassen will, so kann man ihn nicht mehr als einen Verbrauch an Stoffen bezeichnen, wie das früher geschah, wobei man die Wärmebildung als eine secundäre Erscheinung ansah, sondern man muss sich eingehend mit der Frage

beschäftigen, in welcher Beziehung Stoffverbrauch und Wärmeproduction mit dem Leben stehen.

Die Ursache der Zersetzung von Nahrungsstoffen ist in den Zellen des Organismus zu suchen (Voit, Pflüger). Durch den Säftestrom wird das vom Blute aufgenommene Ernährungsmaterial den Zellen zugetragen, wie auch der Säftestrom wieder die Verdauungsproducte, Kohlensäure, Wasser und bei stickstoffhaltigen Stoffen amidartige Stoffwechselproducte aufzunehmen hat und den Organen zur Ausscheidung zuführt.

Bei den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen scheint nicht an allen Zellen des Organismus die Spaltung in die Endproducte zu erfolgen, sondern diese mit dem Harn auszuscheidenden Producte werden erst in bestimmten Organen durch synthetische Processe verändert und umgewandelt. So können in der Leber der Harnstoff, in der Niere die Hippursäure entstehen (Schröder, Bunge, Schmiedeberg).

Das Zellenprotoplasma — das lebende Eiweiß — welches die Zerlegung der Nahrungsstoffe einleitet, befindet sich in einem labilen Gleichgewichtszustand; sobald ihm keine Nahrungsstoffe zugeführt werden, geht es zugrunde und nur solange Nahrungsstoffe zerfallen, wird es in seinem lebenskräftigen Zustande erhalten.

Die Art, in welcher Weise die Nahrungsstoffe einwirken, kann eine zweifache sein; entweder bedarf das Zellprotoplasma bestimmter Stoffe, um ständig zugrunde gehende Theile zu ersetzen, oder es bedarf nicht der Stoffe, sondern nur der in den Stoffen aufgespeicherten chemischen Spannkräfte, also gewisser physikalischer Eigenschaften der Nahrungsstoffe.

Nehmen wir den Lebensvorgang, wie er sich in seinen Hauptzügen darstellt, so überwiegen bei dem Leben in ihrer Bedeutung offenbar die physikalischen Eigenschaften der Nahrungsstoffe. Man kann das Leben erhalten (von geringen Zusätzen stickstoffhaltiger Stoffe abgesehen) sowohl durch Eiweiß, als durch Fett, als durch Kohlehydrate. Wenn man aber die Gewichtsverhältnisse prüft, nach welchen die einzelnen Stoffe in ihrer Fähigkeit, das Leben zu unterhalten, sich vertreten, so ergibt sich, dass die Gewichtsverhältnisse nichts Anderes sind, als der Ausdruck gleichen Kraftinhalts, gleicher chemischer Spannkraft, oder was dasselbe sagen will, gleicher Verbrennungswärme (Rubner).

Wenn Zucker für Eiweiß in die Lebensprocesse eintritt, so geschieht es nach festen Verhältnissen, und zwar muss an Stelle des Eiweißes geradesoviel an Zucker treten, dass die Verbrennungswärme von Eiweiß und Zucker die gleiche ist.

Nun könnte ebensowohl die aus den Nahrungsstoffen entwickelte Wärme oder die potentielle Energie, welche im Momente des Zerfalles der Nahrungsstoffe zur Verfügung steht, für den Lebensprocess das Wesentliche bedeuten. Wir wissen nun aber, dass durch Zufuhr von Wärme das Leben nicht erhalten werden kann; wir werden daher schließen müssen, dass bei dem Lebensprocesse die Nahrungsstoffe an der Zelle zerfallen und dabei an dem Gefüge des lebenden Protoplas-

mas eine Arbeitsleistung stattfindet, deren Natur wir zur Zeit nicht mit Bestimmtheit kennen, von der wir aber vermuthen dürfen, dass sie in einer Lagerungsänderung der Atome besteht. Es ist denkbar, dass schon ein Theil der in den Nahrungsstoffen abgelagerten Energie bei der Spaltung derselben direct in Wärme übergeführt wird; der Uebergang in Wärme dagegen dürfte aber als Hauptprocess der allmählichen Umwandlung der auf die Zelle übertragenen Energie entstammen. Leben und Wärme sind also untrennbar miteinander verbunden, die Wärme aber entsteht erst secundär.

Wesentlich für die Zersetzung und Kraftentwickelung aus den Nahrungsstoffen ist der Zutritt von Sauerstoff; die Nahrungsstoffe geben bei der oxydativen Spaltung weit mehr Wärme, als bei irgend welcher anderen Spaltungsart. Folgt man bezüglich des Vorganges der Spaltung der Nahrungsstoffe und des Eingreifens des Sauerstoffes den Anschauungen Hoppe-Seylers, so hätten die Lebensprocesse Ähnlichkeit mit jenem Lebensprocesse niederer Pilze, welchen wir Fäulnisprocess nennen. Durch die Einwirkung der Zelle wird zunächst Kohlensäure gebildet und nascierender Wasserstoff. Dieser verbrennt aber dann im Gegensatz zu den unter Sauerstoffabschluss verlaufenden Fäulnisprocessen mit einem Atom Sauerstoff zu Wasser, während das andere Sauerstoffatom den Charakter activen Sauerstoffes (Ozon) annimmt und organische Substanzen zerstört. Die Beobachtungen an künstlich durchbluteten Organen decken sich aber insofern nicht ganz mit dieser Anschauung, als man, wenn auch kein Sauerstoff mehr aufgenommen wird, nur die Bildung von Kohlensäure, keine Wasserstoffbildung nachzuweisen im Stande ist (Rubner).

Der Hauptprocess des Lebens besteht in einer Kraftübertragung auf die Zelle; die Zelle wendet vielleicht eine geringe Menge von Kraft auf, um die Nahrungsstoffe zu spalten; die Nahrungsstoffe sind eine stete reichliche Kraftquelle für das lebende Eiweiß. 95 Procent des gesammten Stoffverbrauches können solchen Zwecken der Kraftübertragung dienen.

Wir sehen in dem Lebensprocesse aber auch die stoffliche Wirkung der Nahrungsstoffe ihr Recht behalten. Im Lebensprocesse der Menschen wie der Thiere gehen beständig Theilchen der lebenden Zellen zugrunde, wenigstens tritt diese Erscheinung bei den höheren Organismen deutlich in den Vordergrund.

Von der Oberfläche des Körpers werden Epidermisschüppchen Haare, Schweiß, Hauttalg, verloren, Blutkörperchen gehen zugrunde, im Darm stoßen sich Epithelien ab, und verschiedene *N*-haltige Secrete verlassen mit dem Darminhalt den Körper, auch bei reichlichster stickstoffreier Kost wird Harn erzeugt, welcher Harnstoff enthält. Auf den gleichen Wegen werden Salze aus dem Organismus ausgeschieden und Wasser verloren.

Zur vollkommenen Erhaltung des Lebens muss man daher auch diesen Verlusten begegnen und außer den Stoffen, welche als Kraftträger dienen, noch zum mindesten etwas Eiweiß, Wasser und Salze hinzufügen.

Auch bei der im Laufe der natürlichen Entwickelung entstandenen Mehrung der Körperorgane, bei dem Wachsthum bedarf es der Zufuhr bestimmter Stoffe, wenigstens insoweit es sich um den Ansatz von Eiweiß, Salzen oder Wasser handelt, indes bei der Ablagerung von Fett die Verhältnisse, wie wir später hören werden, anders gelegen sind, da auch aus Stoffen, welche nicht im Körper vorkommen, durch gewisse Umwandlungen Fett entstehen kann.

Die Zusammensetzung des Körpers.

Die Elemente, welche den thierischen und menschlichen Organismus aufbauen, sind nur wenige. Der Hauptmasse nach finden wir den Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff vertreten (95·6 Procent), die übrigen Elemente, gleich wichtig für den Bestand unseres Lebens, machen nur einen kleinen Bruchtheil des Ganzen aus (4·4 Procent); diese sind: das Chlor, der Schwefel, Phosphor, das Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Silicium und Fluor.

Die Besonderheit der in den Organismen vorhandenen Verbindungen bildet deren äußerst complicierte Zusammensetzung und die Verknüpfung der die Verbindung constituierenden Elemente. Eine ungeheure Zahl von Atomen fügen sich zu einem Molekül. Unter den Eiweißstoffen, zu welchen auch das lebende Protoplasma zu rechnen ist, wenn schon die nähere Einsicht in seine Constitution uns noch fehlt, gibt es krystallisierte und genauer gekannte Verbindungen: das Hämoglobin gehört hierzu. Seine Zusammensetzung wird zu C_{712} H_{1130} N_{214} O_{245} FeS_2 angenommen werden müssen (Zinoffsky); die Zusammensetzung anderer krystallisierender pflanzlicher Eiweißstoffe wird zu C_{292} H_{481} N_{90} O_{83} S_2 angegeben (Grübler). Selbst Stoffe, welche offenbar als Umwandlungs- und Zersetzungsproducte des Eiweißes anzusehen sind, wie das leimgebende Gewebe, bauen aus einer großen Zahl von Atomen sich auf. Dasselbe besteht nach Hofmeister zu C_{102} H_{151} N_{31} O_{39}. Die Neutralfette gehören immerhin auch noch zu den hochatomigen Verbindungen.

Wir dürfen vermuthen, dass das lebende Protoplasma nicht nur an Zahl der Atome, sondern auch in ihrer Stellung im Molekül von den übrigen bekannten Eiweißstoffen sich unterscheide; da es mit dem Tode offenbar eine Zusammensetzung wechselt, würden die verschiedenartigen Eiweißstoffe, welche wir in den einzelnen Organen finden, auch auf eine Differenzierung der lebenden Substanz hinweisen.

Durch das lebende Protoplasma werden bestimmte Veränderungen mancher Eiweißstoffe hervorgerufen; so entsteht der Stoff der Zellkerne oder Nucleïn mit reichlichem Phosphorgehalt (3 bis 10 Procent Phosphor), ferner die Gerüstsubstanzen, das Chondrin, Glutin, Elastin, endlich die Epidermis und Haare, der rothe Farbstoff des Blutes, das Caseïn der Milch, das Mucin u. s. w.

Neben diesen Abkömmlingen des Eiweißes treffen wir im Organismus verschiedene, offenbare Spaltungsproducte des Eiweißes von weniger complicierter Zusammensetzung, wie die Secrete mancher Drüsen, das Lecithin, ferner die Stoffe des Harnes, Harnstoff, Harnsäure, Kreatin,

Hippursäure, Ammoniak etc., und in den einzelnen Organen die sogenannten Extractivstoffe, welche, jene des Fleisches ausgenommen, noch nicht genügend bekannt sind.

Neben den Eiweißstoffen und ihren Abkömmlingen machen die Fette einen wichtigen Bestandtheil jedes Organismus aus.

Die anorganischen Bausteine unseres Organismus sind zum Theil zu Salzen verbunden, zum Theil treten sie bei organischen Stoffen, z. B. den Eiweißstoffen, in deren Constitution ein.

Nach unserer heutigen Anschauung vermögen aus dem wahren Eiweißkörper im Organismus die übrigen N-haltigen Verbindungen zu entstehen. Man braucht also nicht Mucin, den Schleimstoff, zuzuführen, um Schleim bilden zu können, man braucht nicht Kreatin, Lecithin zuzuführen, um diese Stoffe zu ersetzen, sondern bei dem Lebensprocesse resultieren dieselben als Spaltungsproducte des Eiweißes.

Im Organismus finden Synthesen statt; es bildet sich das Hämoglobin, ferner Neutralfett aus Fettsäure und Glycerin; Eiweiß aber vermag aus stickstoffreien Stoffen unter Zugabe von N-haltigen Spaltungsproducten, wie Lecithin, Harnstoff, Harnsäure, Leucin, Tyrosin u. s. w. nicht erzeugt zu werden.

Der kurzen Ausdrucksweise wegen pflegt man die bei der Zusammensetzung der Körper betheiligten Stoffe in die Gruppen: Eiweiß, Fette, Kohlehydrate, Asche u. dgl., zusammenzufassen. Dies soll auch im Folgenden geschehen.

Bei den Stoffen, aus welchen der Organismus aufgebaut ist, hat man zu trennen zwischen den Gerüstsubstanzen und dem lebenden Protoplasma und Säften einerseits, und den Reservestoffen andererseits.

Wir kennen zwar Organismen, welche keine Reservestoffe enthalten und doch leben; derartiges beobachtet man in den letzten Lebenstagen eines verhungernden Thieres das zugrunde gehende Protoplasma liefert allein die Kraft zum Leben.

In der Regel aber besitzen alle Thiere wie der Mensch Reservestoffe, von welchen er bei Mangel an Nahrungszufuhr lebt, und welche die lebende Substanz vor dem Zerfall behüten oder doch ihren Zerfall einschränken. Solche Reservestoffe sind:

1. Das circulierende Eiweiß (s. später), wie es sich nach reichlicher Eiweißfütterung im Körper ansammelt,
2. das Glykogen,
3. das Fett.

Die größte Bedeutung unter den Reservestoffen hat das Fett. Bei normaler Entwickelung überwiegt weitaus das letztere. Die Verbrennungswärme des in einem Gesunden abgelagerten Fettes beträgt dreimal so viel, als die Verbrennungswärme des gesammten Zelleiweißes und des leimgebenden Gewebes zusammengenommen (Rubner).

Wie wir bei der Besprechung der Verhältnisse eines Hungernden hören werden, kann auch ein Theil der durch die lebenden Zellen repräsentierten Eiweißmasse als Reservestoff dienen.

E. Bischoff hat die Zusammensetzung eines Menschen nach den einzelnen Körperstoffen untersucht und gefunden:

Wasser	59	Procent
Eiweiß	9	"
Leimgebendes Gewebe	6	"
Fett	21	"
Asche	5	"

Die einzelnen Organe nehmen folgendermaßen an dem Aufbau des Menschen Antheil (Bischoff):

	beim Mann	bei der Frau	beim Neugeborenen
Skelet	15·9 Procent	15·1 Procent	15·7 Procent
Muskel	11·8 "	15·8 "	23·5 "
Fettgewebe	18·2 "	28·2 "	13·5 "
Drüsen und Rest	24·1 "	20·9 "	47·3 "

Das Blut macht 7·7 Procent der Körpermaße aus.

Die Nahrungsstoffe.

Die organischen Nahrungsstoffe sind fast durchweg Bestandtheile des Thier- und Pflanzenleibes; aber nicht alle, namentlich in der Pflanze sich findenden Körper können als Nahrungsstoffe dienen. Die künstliche chemische Synthese einiger Nahrungsstoffe aus den Elementen ist zwar möglich, hat aber zur Zeit noch keine praktische Bedeutung.

1. Als Repräsentanten der stickstoffhaltigen Stoffe sind die **Eiweißkörper** zu bezeichnen, deren das Thier- wie Pflanzenreich eine große Zahl liefert. Sie werden durch Ferrocyankalium und Essigsäure gefällt. Außerhalb des Körpers verbrennen sie mit Hinterlassung einer blasigen Kohle, im Organismus dagegen mit Hinterlassung des stickstoffhaltigen Antheiles, der als Harnstoff, Harnsäure etc. im Harn und im Koth als Residuum der Verdauungssäfte austritt.

Zu den thierischen Eiweißstoffen gehören nach Drechsel: *a*) **Albuminoide,** welche bei der Zersetzung durch chemische Processe aromatische Producte (Tyrosin, Indol, Phenol) liefern. Dieser Gruppe sind zuzurechnen: das Serumalbumin, Muskelalbumin, in Wasser löslich, in der Siedehitze coagulierbar; die Globuline: Vitellin (Dottereiweiß), Myosin (im Muskel); das Paraglobulin (Serumglobulin, Serumcasein, fibrinoplastische Substanz); Fibrinogen, löslich in den Lösungen verdünnter Neutralsalze, in der Siedehitze coagulierbar; Fibrine unlöslich in Wasser und Salzen, quellend in verdünnter Säure, coagulierte Eiweißstoffe, in Wasser, Salzen unlöslich, in verdünnter Säure wenig quellend, durch Jod nicht gefärbt; Amyloid, unlöslich in Wasser, Salzen, verdünnter Säure und Alkalien, durch Jod braunroth bis violett gefärbt; Acidalbumine (Syntonin) in Wasser, Salzlösungen, Alkohol nicht löslich, ebensowenig in Wasser, welches CO_3Ca enthält; aber löslich in verdünnter Säure und Alkalien; Albuminate, ähnlich den Acidalbuminen, aber löslich in heißem Alkohol und im CO_3Cahaltigen Wasser; Propeptone oder Albumosen, ähnlich den Acidalbuminen, durch Salpetersäure in der Kälte gefällt, in der Wärme gelöst; Proteïde zerfallen in coagulierten Eiweißstoff und andere Stoffe bei der Zersetzung (Hämoglobin, Caseïn, Mucin, Chondrin); Albumoïde, unverdauliche Substanzen (Keratine, Elastin). Abweichender in den Reactionen sind die Peptone, sie werden durch Kochen mit essigsaurem Eisenoxyd nicht gefällt, wie die vorhergenannten, ferner nicht durch Ferrocyankalium und Essigsäure und durch Salpetersäure.

b) **Glutinoïde,** welche bei der Zersetzung keine aromatischen Producte geben. Hierzu gehört das Glutin und der Leim, das Hydrat des Glutins.

Zu den pflanzlichen Eiweißstoffen gehören:

Die Pflanzenalbumine, in Wasser löslich, in der Siedehitze coagulierend; die Kleber-Proteïnstoffe (Glutenfibrin, Gliadin, Mucedin), in Wasser und Alkohol nicht, wohl aber in Weingeist löslich, in der Siedehitze coagulierend.

Pflanzencaseïne (Glutencaseïn, Legumin), in Wasser und Salzlösung nicht, aber in Säuren und Alkalien löslich, in der Hitze coagulirend.

Die Eiweißstoffe enthalten im Durchschnitt in 100 Theilen:

C	50	bis	45
H	6·8	„	7·3
N	15·4	„	18·3
O	22·8	„	24·1
S	0·4	„	5·0

manche, z. B. Proteïde, wie das Hämoglobin, enthalten auch noch *Fe* im Molekül. Der gesammte thierische Körper hat nach Entfernung des Fettes eine dem Eiweiß ähnliche Zusammensetzung. Beim Kaninchen fand Rubner:

C	51·1
H	7·3
N	15·9
O und *S*	25·6

Die Wirkungen der reinen Eiweißstoffe sind, weil die Methoden der Reindarstellung Schwierigkeiten bereiten, noch nicht genügend untersucht.

2. Unter den *N*-freien Stoffen kommen namentlich die **thierischen Fette** in Betracht, welche Mischungen von Tripalmitin $C_3H_5\ (C_{16}H_{31}O_2)_3$, Tristearin $C_3H_5\ (C_{18}H_{35}O_2)_3$ und Trioleïn $C_3H_5\ (O_{18}H_{33}O_2)_3$ darstellen und welchen bisweilen, wie in dem Butterfett, auch noch Glyceride niederer Fettsäuren beigemengt sind, wie Tributyrin, Caproin, Caprin, Caprylin.

Die pflanzlichen Fette, die sich ihrer elementaren Zusammensetzung nach nur wenig von den thierischen unterscheiden, bestehen zum Theil aus Neutralfetten, zum Theil aus Mischungen solcher mit freien Fettsäuren, unter welchen auch die der Pflanze eigenthümliche Errucasäure auftritt. Die Verbrennungswärme der verschiedenen Pflanzenfette weicht nur unwesentlich von dem Thierfett ab (Stohmann).

Die Fette und Fettsäuren sind unlöslich in Wasser, verbrennen leicht im Organismus und werden erstere in großen Mengen als Reservestoffe am Organismus abgelagert. Sie stellen den concentrirtesten Nahrungsstoff vor, welchen wir kennen.

Die Zusammensetzung der geschmolzenen thierischen Fette ist nach Schulze und Reineke folgende: 100 Theile enthalten:

	C	*H*	*O*
Ochsenfett	76·5	11·9	11·6
Hammelfett	76·6	12·0	11·4
Schweinefett	76·5	11·9	11·6
Hundefett	76·7	12·0	11·3
Menschenfett	76·4	11·9	11·6

Das Fettgewebe enthält:

	Wasser	Membranen	Fette
Ochse	9·96	1·2	88·9
Hammel	10·48	1·6	87·9
Schwein	6·44	1·3	92·2

Der Glyceringehalt der Fette macht 8 bis 9 Procent des Gesammtgewichtes aus.

Der Schmelzpunkt der Fette liegt meist über der Körpertemperatur; nach Schulze und Reineke hat man:

Fett vom	schmilzt bei
Hammel	41 bis 52° C.
Ochsen	41 „ 50° C.
Schwein	42 „ 48° C.
Menschen . . .	41° C.
Milchfett	37° C.
Hasen	26° C.
Gans	24 bis 26° C.

Der Erstarrungspunkt liegt meist sehr tief; so bleibt z. B. das Butterfett noch bei 8 bis 10° flüßig.

3. Endlich treten als große Gruppe wertvoller Nahrungsstoffe die **Kohlehydrate** auf: *a*) die Monosaccharate, $C_6H_{12}O_6$, wie Dextrose und Levulose, der Inosit, ferner Sorbin und Eucalin; *b*) die Disaccharate, $C_{12}H_{22}O_{11}$, wie der Rohrzucker, Maltose, Melezitose (und Mykose und Melitose), endlich *c*) die Polysaccharate, $n.C_6H_{10}O_5$, wozu die Stärke, Inulin, Lichenin, Gummi, Dextrin, Levulin, Cellulose, das Glykogen gehören.

Die Cellulose spielt beim Menschen im allgemeinen eine untergeordnete Rolle als Nahrungsstoff; bei Pflanzenfressern macht sie ein Viertel bis ein Drittel der ganzen Kost aus.

Den Nahrungsstoffen ließen sich noch eine Reihe organischer Körper hinzuzählen, wie der Alkohol, das Glycerin, die Pflanzensäuren. Die letztgenannten haben aber einerseits einen sehr unbedeutenden Verbrennungswert oder, wie der Alkohol und das Glycerin, unangenehme Nebenwirkungen.

Als anorganische Nahrungsstoffe functionieren eine Reihe von Salzen, welche zumeist mit den organischen Nahrungsstoffen eingeführt werden, da letztere nie völlig aschefrei sind.

Die Verbrennungswärme.

Außer den stofflichen Eigenschaften der organischen Nahrungsstoffe ist vor Allem ihre Verbrennungswärme zu berücksichtigen; die in den Nahrungsstoffen aufgespeicherte potentielle Energie lässt sich am vollkommensten durch die Verbrennungswärme, gemessen nach Wärmeeinheiten, ausdrücken. Die großen Calorien (Cal.) entsprechen der Wärmemenge, welche 1 *kg* Wasser bei Erhöhung seiner Temperatur um 1° C. aufnimmt, die kleinen Calorien (cal.), auch Grammcalorien benannt, die Wärmemenge, welche 1 *g* Wasser bei Erhöhung seiner Temperatur um 1° C. aufnimmt. 1000 cal. hier also = 1 Cal.

Wenn die Nahrungsstoffe im Organismus in dieselben Endproducte zerfallen, wie in einem Calorimeter, so entwickelt sich auch im Organismus die nämliche Wärmemenge, die ihrer Verbrennungswärme entspricht. Im Calorimeter spalten sich die festen, stickstoffreien Stoffe in flüssiges Wasser und gasförmige Kohlensäure; die stickstoffhaltigen Stoffe bilden neben Wasser und Kohlensäure Stickgas, sowie eine nicht unbedeutende Menge von NO_2H und NO_3H.

Im Organismus wird bei Spaltung der Fette und Kohlehydrate flüssiges Wasser gebildet. Die auftretende Kohlensäure ist aber nicht

frei, sondern zunächst absorbiert in den Säften, wird aber schließlich in der Lunge gasförmig ausgeschieden. Die Endproducte können demnach als identisch mit der Verbrennung im Calorimeter angesehen werden. Wesentlich verschieden verhalten sich die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe, indem sie, im Körper unvollkommen verbrennend, specifische Stoffwechselproducte bilden, deren Ausscheidung im Harn und Koth erfolgt. Der Verbrennungswert der Eiweißkörper unterscheidet sich daher wesentlich von der mit dem Calorimeter gefundenen Größe; doch kann der „physiologische Nutzeffect" festgestellt werden, wenn man von der totalen Verbrennungswärme der Eiweißstoffe jene von Harn und Koth zum Abzug bringt.

Wenn die Substanzen nicht in trockenem Zustande im Körper vorkommen, so muss festgestellt werden, ob sie durch die Benetzung mit Wasser nicht an Verbrennungswert verlieren oder ob sie gewinnen. Manche Stoffe entwickeln, sich mit Wasser benetzend, Wärme (quellende Stoffe), andere binden bedeutend Wärme; zu letzteren gehört der Harnstoff (1 *g* des letzteren bindet bei der Lösung in Wasser 71·3 cal. [Rubner]).

In folgender Tabelle sind die Verbrennungswärmen von 1 *g* trockener Substanz nach den Untersuchungen des Verfassers aufgeführt; die von Stohmann gefundenen Werte wurden mit * bezeichnet.

Es lieferte 1 *g* Substanz Calorien:

	Gesammte Verbrennungswärme	Physiol. Nutzeffect.
Syntonin	5·754	4·424
Muskelfleisch	5·345	4·000
Organeiweiß	—	3·842
Hämoglobin	5·949	—
Neutralfette	9·423	9·423
*Traubenzucker	3·692	3·692
Rohrzucker	4·001	4·001
*Milchzucker	3·877	3·877
*Stärke	4·116	4·116
*Glycerin	4·305	4·305
Harnstoff	2·523	—
Harn nach Eiweißkost	2·706	—
„ „ Fleischkost	2·954	—
„ „ Hunger	3·101	
Koth bei Eiweißkost	6·852	—
„ „ Fleischkost	6·313	—

Die Eiweißstoffe erleiden durch die unvollständige Verbrennung im Organismus einen Spannkraftverlust von 22 bis 28 Procent (Rubner).

Im Durchschnitt kann für die einzelnen Gruppen der Nahrungsstoffe angenommen werden:

Für 1 *g* Eiweiß	4·1	Cal.
„ 1 *g* Fett	9·3	„
„ 1 *g* Kohlehydrat	4·1	„

Eiweiß, Fette und Kohlehydrate können sich innerhalb gewisser Grenzen in der Nahrung gegenseitig vertreten.

Über die Vertretungswerte der einzelnen Stoffe geben folgende Zahlen Aufschluss:

100 *g* Fett sind nach Rubner isodynam mit folgenden Mengen wasserfreier Substanz:

Bezeichnung	*g*	Bezeichnung	*g*
Syntonin . .	213	Milchzucker	243
Glycerin . .	219	Traubenzucker	255
Stärke . . .	229	Citronensäure	394
Rohrzucker .	235	Weinsäure . .	540
Muskelfleisch .	235		

Die Reihenfolge der Nahrungsmittel in natürlichem wasserhaltigen Zustande ist eine wesentlich andere; beispielsweise hat man folgende isodyname Werte:

Fett	100
Rohrzucker	235
Brot	336
Fleisch	978
Kuhmilch	1440

Ihrer Function im Organismus entsprechend hätte man bei den Nahrungsstoffen zu trennen:

1. Zwischen Nahrungsstoffen mit rein stofflicher Wirkung; hierzu zählen die anorganischen Nahrungsstoffe und das Eiweiß. Die Stoffe vermögen sich gegenseitig nicht zu vertreten.

2. Nahrungsstoffe, welche die Kraftzufuhr besorgen — dynamophore Nahrungsstoffe. Hierher gehören alle organischen, im Organismus zerlegbaren Körper. Die Stoffe vertreten sich nach isodynamen Mengen.

3. Nahrungsstoffe, welche an dem Körper zum Ansatz gelangen können oder sich in Körperstoffe umwandeln. Zu ersteren gehören das Eiweiß, die Salze, das Fett; zu letzteren die fettbildenden Stoffe (die Kohlehydrate, Eiweiß und eiweißartige Stoffe) und Glykogenbilder (Eiweiß und Kohlehydrate).

Methoden der Feststellung des Stoff- und Kraftverbrauches.

Zur Erkenntnis und zum Studium der Ernährungsvorgänge bedürfen wir der Methoden, welche einerseits den Stoffverbrauch oder andererseits die Wärmeproduction verfolgen lassen.

Zur Untersuchung der zerstörten Stoffe ist es nothwendig, alle von dem Körper abgegebenen Producte zu sammeln. Wir brauchen aber für die meisten Zwecke die nähere Zusammensetzung der entleerten Flüssigkeiten und festen Stoffe nicht zu kennen, es genügt die Feststellung der Quantität zweier Elemente, nämlich des Stickstoffes und des Kohlenstoffes. Der Stickstoff, welcher aus dem Körper ausgeschieden wird, entstammt den Eiweißstoffen oder bekannten Gemengen von Eiweißstoffen mit stickstoffhaltigen Extractivstoffen (z. B. dem Fleische). Das Verhältnis von Stickstoff zu Kohlenstoff ist für diese Verbindungen genauestens bekannt.

Es trifft auf 1 Theil *N* beim Syntonin . . . . . . 3·29 C.
Fleisch . . . . . 3·28 C.
bei Hungerzersetzung . . . . . . 3.30 C.

(Rubner.)

Kennt man auch die Menge des im Ganzen ausgeschiedenen Kohlenstoffes, so lassen sich die Zersetzungen von Eiweiß, Fetten und auch Kohlehydraten leicht berechnen (Pettenkofer, Voit). Zieht man von der Gesammtmenge des ausgeschiedenen Kohlenstoffes jene Kohlenstoffmengen ab, welche sich aus dem Stickstoffgehalt der Ausscheidungen nach obigen Verhältniszahlen als aus Eiweiß herstammend berechnen lassen, so hinterbleibt in manchen Fällen kein Rest; dann ist nur Eiweiß zersetzt worden; oder es bleibt ein Rest Kohlenstoff, dann kann außer Eiweiß auch noch Fett und Kohlehydrat zerlegt worden sein. Befanden sich in den aufgenommenen Speisen letztere nicht, so lässt sich aus dem Kohlenstoffrest leicht durch Multiplication mit 1·3 das verbrannte Fett ersehen. Wenn aber Kohlehydrate eingeführt wurden, so hat man erst den Kohlenstoffgehalt derselben von der Menge des nach Abzug des Eiweißkohlenstoffes verbleibenden Kohlenstoffrestes abzuziehen und wenn dann noch ein Überschuss bleibt, ist dieser endlich auf zersetztes Fett zu beziehen. Die Feststellung der Eiweißzersetzung, Fettzersetzung und Kohlehydratzersetzung unterliegt also keinen Schwierigkeiten, doch müssen der ausgeschiedene N und C vollkommen gesammelt werden.

Die Bestimmung des Stickstoffes kann im Harn in mancherlei Weise durchgeführt werden: z. B. kann man eine gemessene Menge (Menschen-) Harn, etwa 10 cm^3 mit 2 bis 3 cm^3 concentrierter Oxalsäure und unter Zusatz von Gyps in einem sehr dünnwandigen Glasschälchen (Hofmeister'sches Schälchen) zum Trocknen verdampfen; dann zerreibt man Schälchen und Gyps in der Reibschale mit einem Pistill, verbrennt nach der von Will-Varrentrapp angegebenen Methode (s. S. 95) mit Natronkalk und bestimmt das in der Vorlage abgefangene Ammoniak durch Titration der vorgelegten Schwefelsäure.

Ebenso bequem kann man ferner den Stickstoff im frischen Harn nach der von Kjeldahl angegebenen Methode untersuchen. 5 bis 10 cm^3 Harn werden mit 10 cm^3 englischer und 10 cm^3 rauchender Schwefelsäure versetzt und bis zur Verjagung des Wassers und dem Auftreten starker Dämpfe erhitzt. Die Flüssigkeit, anfänglich braun bis schwarz, wird farblos. Dieser Process dauert etwa 25 Minuten. Nach dem Abkühlen und Verdünnen auf etwa 200 cm^3 werden 80 cm^3 einer Natronlauge von 1·3 specifischem Gewicht, ein paar Stücke granulierten Zinks hinzugefügt, nach Anlegung eines Kühlers destilliert und das Destillat in verdünnte Schwefelsäure von bekanntem Gehalt (etwa 4 SO_3 in 100 cm^3) aufgefangen (Arnold, Bohland). Koth unter Oxalsäurezusatz getrocknet, wird gleichfalls nach Kjeldahl untersucht.

Die Ausscheidungswege für stickstoffhaltiges Material sind in erster Linie Harn und Koth; in letzteren beiden sind fast sämmtliche bei der Verbrennung stickstoffhaltiger Stoffe frei werdende Zersetzungsproducte enthalten. Etwas Harnstoff und Ammoniak enthält noch der Schweiß; als verschwindend kann der Stickstoffverlust durch Haare, durch das Sputum, Hauttalg, Epidermisschüppchen und durch Ammoniak im Athem bezeichnet werden.

Für die meisten Fälle ist eine sorgfältige Untersuchung von Harn und Koth zur Berechnung des ausgeschiedenen Stickstoffes vollkommen ausreichend (Voit). Alles eiweißartige Material zerfällt im Körper zu in Wasser löslichen oder festen, nicht flüchtigen Stoffen; eine Abspaltung von Stickgas, wie früher vermuthet, gibt es nicht und bedarf es daher keiner Untersuchung der Athemgase, um den Verbrauch an Stickstoff festzustellen (Voit).

Der Harn wird beim Menschen leicht vollkommen erhalten; bei Thieren muss derselbe mit dem Katheter genommen und die Blase nachgespült werden.

Der Koth bei bestimmter Fütterung lässt sich beim Menschen dadurch genau erkennen, dass man von dem einer bestimmten Versuchsweise vorausgehenden, wie nach Abschluss desselben folgendem Tage ausschließlich Milch genießt. Die Milch liefert fast immer weiße, feste charakteristische Kothballen, die den Versuchskoth einschließen.

Bei Fleischfressern reicht man an Stelle der Milch behufs Abgrenzung des Kothes Knochen.

Kohlenstoff tritt namentlich in der Lunge aus (überwiegend als Kohlensäure), nicht unwesentlich aber auch mit dem Harn und Koth. Die Feststellung des auf diesen Wegen verlorenen Kohlenstoffes genügt für fast alle Untersuchungen. Die Verluste durch Haare, Talg, Sputa, Schweiß, Epidermisschüppchen können vernachlässigt werden.

Harn und Koth werden auf ihren Kohlenstoffgehalt nach den Regeln der Elementaranalyse untersucht: die Feststellung des mit der Athmung in der Form von Kohlensäure eventuell Kohlenwasserstoff ausgeschiedenen Kohlenstoffes ist aber eine schwierige, insofern man hierzu besonderer **Respirationsapparate bedarf.**

Die Respirationsapparate sind nach verschiedenen Principien gebaut: keiner lässt die natürlichen Bedingungen der zu untersuchenden Thiere derart unverändert, wie der von Pettenkofer angegebene, der auch allein beim Menschen anwendbar ist.

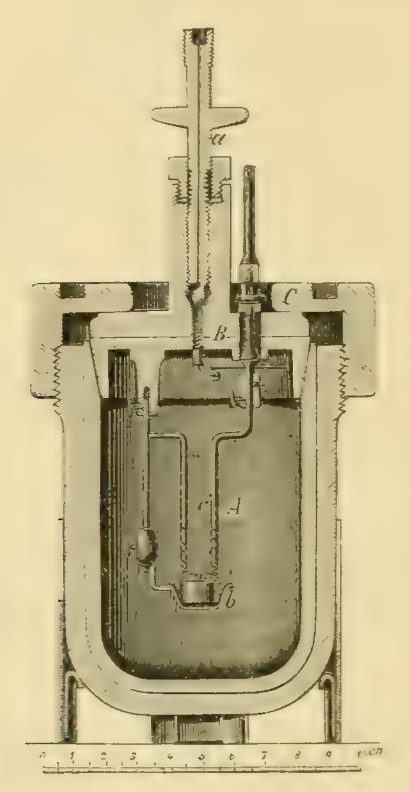


Fig. 160.

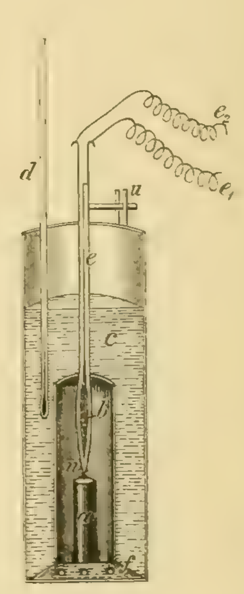


Fig. 159.

Der Mensch befindet sich in einem großen, zimmerartigen Eisenwürfel, der mittelst einer großen, durch irgend einen gleichmäßig arbeitenden Motor betriebenen Gasuhr eine lebhafte Ventilation erfährt. Die Gasuhr lässt ablesen, wie viel Luft hindurchgetrieben wurde. Durch besondere, in gleichmäßigem Rhythmus bewegte Glaspumpen, die in Quecksilber tauchen, werden dem Rohr, in welchem die Hauptmasse der Luft nach der großen Gasuhr sich fortbewegt, mehrere Proben entnommen, nach kleineren Gasuhren hingetrieben. Diese kleinen Luftproben dienen zur Analyse; indem dieselben zuerst zu kleinen Kölbchen mit Bimsstein-Schwefelsäurefüllung gesaugt werden, geben sie da ihren Wasserdampf ab, der durch Wiegung der Kölbchen festgestellt wird, gelangen dann in die Pumpen und werden bei Niedergang des Cylinders der Pumpe durch Pettenkofer'sche Barytröhren getrieben. Hier wird die Kohlensäure abgegeben und schließlich entweicht die Luft durch kleine Gasuhren, in welchen ihr Volumen gemessen wird. Durch Titrierung des Barytwassers wird die Kohlensäure quantitativ bestimmt. Da die in den Apparat einströmende Zimmerluft bereits Wasser und Kohlensäure enthält, wird auch diese auf ihren Wasser- und Kohlensäuregehalt untersucht. Berechnet man, wie viel in 1000 *l* der einströmenden Luft und wie viel in 1000 *l* der über den Menschen hinweggegangenen Luft Wasser und Kohlensäure vorhanden ist, so ergibt die Differenz den Zuwachs,

welchen 1000 *l* Luft durch die Athmung des Menschen erfahren haben. Multipliciert man diesen Werth mit der Anzahl der Kubikmeter, welche durch den Respirationsraum gegangen sind, so erfährt man die Gesammtmenge der ausgeathmeten Kohlensäure und des Wasserdampfes.

Die Verbrennungswärmen organischer Nahrungsstoffe sind von Stohmann und Rubner mit Hilfe eines von Thompson zuerst angegebenen, dann mannigfach modificierten Calorimeters bestimmt worden.

In den aus Platin oder Glas hergestellten Cylinder *a* bringt man das aus chlorsaurem Kali und Braunstein, gepulvertem Bimsstein und dem Nahrungsstoff bestehende Gemenge. Manchmal werden auch Stoffe bekannter Verbrennungswärme noch beigemengt, um leicht verbrennbare Gemische zu erhalten. Der Cylinder wird auf den Mischer aus Platin *r* gesetzt und nun durch Bajonettverschluss das Ganze mit der Platintaucherglocke *n* verbunden und unter Wasser gesenkt. Die Röhre *l* mündet bei *u*, ist aber zur Zeit mit einem Quetschhahn verschlossen. Durch *l* führen die Drähte *h* wohl isoliert nach e_1 e_2 und schließlich zu einer kräftigen Batterie. Ist die Glocke versenkt, die Temperatur *t* des Thermometers *d* abgelesen, so wird durch elektrische Zündung das Gemische in *a* verbrannt. Die Gase entweichen bei *r* durch die Wasserschicht *c*, endlich lässt man durch Oeffnen von *u* Wasser nach *n* eintreten, mischt und liest wieder die Temperatur ab.

Von der Gesammtmenge der berechneten Wärme wird die Zersetzungswärme des chlorsauren Kalis und etwaiger Zusätze abgezogen.

Die calorimetrische Bombe Berthelot's, welche gleichfalls zur Feststellung der Verbrennungswärme dienen kann, zeigt bei folgende Abbildung (Fig. 160): *A* ist ein großer Gussstahlblock mit Platinausfütterung, *B* der ähnlich gefertigte Deckel, *C* die Verschraubung des Deckels. c_1 dient zur Zuleitung des elektrischen Stromes, der einen kleinen Eisendraht verbrennt und die Masse nach *b* fallen lässt, wo sich die zu verbrennende Substanz sofort entzündet und rasch verbrennt. Der Raum A ist mit hochgradig comprimiertem Sauerstoff gefüllt (10 bis 24 Atmosphären).

Die Menge der von einem Thiere abgegebenen Wärme kann mit Hilfe des früher schon beschriebenen Calorimeters von Rubner bestimmt werden. Dieser Wärmemenge ist noch zuzuzählen die Verdampfungswärme des ausgeathmeten Wasserdampfes. Für viele Fälle ist es aber vollkommen ausreichend, wenn aus der Menge der verbrannten Stoffe der Kraftverbrauch nach der Verbrennungswärme der Stoffe berechnet wird. Bei dem ruhenden Thiere ist erwiesen, dass die Wärmeproduction, welche aus den im Körper eines Thieres zersetzten Nahrungs- oder Körperstoffen auf Grund der Verbrennungswärmen berechnet wird, sich vollkommen deckt, mit der an das Calorimeter abgegebenen und durch Wasserverdampfung verlorenen Wärme (Rubner).

Die Berechnung der Wärmeproduction aus der Verbrennungswärme der Stoffe begreift in sich auch die zur Leistung von Arbeit verwendete Kraft (Wärmeäquivalent der Arbeit); bei directer Beobachtung der Wärmeproduction muss das calorische Äquivalent der Arbeit, wenn solche geleistet worden ist, noch besonders berechnet werden.

Zweites Capitel.

Hunger- und Durstgefühl.

Der Mensch wie das Thier versehen sich, wie man zu sagen pflegt, instinctiv mit Nahrungsstoffen; ein Gesunder erhält sich mit geringen, unbedeutenden Schwankungen jahrelang auf gleichem Körpergewicht. Diese Stetigkeit der Ernährungsvorgänge verdanken wir gewissen Regulationseinrichtungen, deren inneres Wesen noch nicht genügend erkannt ist: dem Hunger und dem Durste.

Nach einer Mahlzeit werden durch die Resorption die eingebrachten Speisen aus dem Darm entfernt und, falls die Nahrungszufuhr noch weiter unterlassen wird, so verschwinden durch die Zersetzungsvorgänge in den Zellen auch die dort circulierenden Stoffe. Der Organismus ist dann gezwungen, von seinen eigenen Organen zu leben; er tritt in den Zustand des Hungers. Diesen Ernährungszuständen entsprechen verschiedene Empfindungen. Handelt es sich um den ersten Fall, d. h. um die Leerheit des Magens u. s. w., so stellt sich Verlangen nach Speise ein, der Appetit; später wird dieses Gefühl lebhafter; Drücken in der Magengegend, ein nagender Schmerz verstärkt es. Unter diesen Umständen lässt es sich durch Einbringen selbst unverdaulicher Stoffe in den Magen oder durch Gifte, wie Opium, Tabak, noch besänftigen. Späterhin aber kehrt es wieder, steigert sich, wahrscheinlich durch den Verbrauch von Stoffen in den Geweben, zu dem Allgemeingefühl des Hungers, das äußerst peinigend ist, den Geist des Menschen trübt und ihn bisweilen zum Wahnsinn getrieben hat. Nur die Aufnahme von Nahrungsstoffen stillt den Hunger wirklich.

Außer dem Triebe zur Nahrung im Allgemeinen besteht aber auch in unserem Körper noch eine weit compliciertere Einrichtung, insofern der Mensch auch eine richtige Auswahl unter den einzelnen Nahrungsstoffen trifft. Mögen wir die Kost der verschiedenartigsten Klimate, der verschiedenartigsten Lebensalter und Erwerbsclassen betrachten, immer treten gewisse Regelmäßigkeiten der Zusammensetzung auf. Unzweifelhaft vermittelt diese Auswahl der Stoffe vor Allem der Geschmackssinn und der Geruchssinn; der in ihnen liegende Widerstand gegen Monotonie schützt uns vor der Gefahr einer zu einseitigen Nahrungsmischung. Doch bestehen vielleicht auch noch andere Schutzeinrichtungen. Voit beobachtete bei Hunden, welche sehr reichlich mit großen Mengen von Fett gefüttert wurden, eine mehr und mehr abnehmende Ausnutzung des Fettes in dem Darmcanal.

Der Wassergehalt des Körpers wird durch das Durstgefühl reguliert. Geringe Grade des Durstgefühles sind an dem Gaumen, dem Zungenrücken u. s. w. localisiert, wohl deshalb, weil hier auch die Befriedigung des Durstes zuerst gefühlt wird. Sie lassen durch Anfeuchtung dieser Stellen den Durst stillen, aber nur vorübergehend, da bei stärkerer Wasserentziehung noch das allgemeine Durstgefühl analog dem Allgemeingefühl des Hungers bestehen bleibt. Das Hunger- und Durstgefühl erleidet mancherlei pathologische Änderungen, ferner wird es außer-

ordentlich von der Gemüthsstimmung, von den gewissen Vorstellungen, dem Ekel u. s. w. beeinflusst. Nicht selten sehen wir dann die Ernährung wesentlich leiden.

Der Hungerzustand.

Der hungernde Organismus lebt von seinem eigenen Leibe; er scheidet durch Haut und Lunge Kohlensäure und Wasserdampf aus und bilde Harn und Koth. Der Verlust an Körpergewicht ist nicht unbedeutend; er dauert bis zum eintretenden Hungertod und steigert sich gerade in den letzten Lebenstagen. Wie die Athmung und der Stoffverbrauch fortbesteht, so erhält sich der Organismus durch seine Wärmeproduction auch auf fast normaler Temperatur. Nur während der Nachtzeit scheinen Schwankungen aufzutreten, insofern niedere Temperaturen häufig sind (Chossat), eine Erscheinung, welche wohl auf eine durch den Schwund der Muskeln verminderte Wärmeregulation zurückgeführt werden muss.

In dem Körper eines Hungernden erleiden fast sämmtliche Organe eine allmähliche Abnahme ihres Gewichts, da ein Theil jeder Zelle abstirbt, eingeschmolzen wird und, durch den Säftestrom getragen, den überlebenden Organen als Nahrungsstoff dient, und ferner das in den Geweben eingeschlossene, namentlich aber das im Unterhautzellgewebe und Gekröse abgelagerte Fett gleichfalls als Reservestoff zerlegt wird.

Nicht alle Organe leiden aber gleichmäßig bei Hunger, weitaus am intensivsten wird das Fettgewebe angegriffen; 93 bis 97 Procent gehen zugrunde (Chossat, Voit) ja in manchen Fällen schwindet es geradezu bis auf Spuren (Rubner). Stark leiden ferner die Drüsen und Muskeln (40 bis 50 Procent Verlust), wenig die Knochen (10 bis 14 Procent), fast unversehrt bleibt das Nervensystem (2 bis 3 Procent Verlust).

Nicht selten findet man auch beim Menschen, namentlich bei atrophischen Kindern, das Bild einer rasch verlaufenden Verhungerung (Ohlmüller).

Die Zusammensetzung der Organismen wird durch den Hungerzustand insoferne geändert, als der Fettgehalt aller Organe abnimmt, mit Ausnahme jenes des Gehirns. Die Organe werden anscheinend wegen des Fettschwundes wasserreicher; die Trockensubstanz eines normalen Kaninchens betrug 31·8 Procent, jene des verhungerten 25·4 Procent (Rubner); lässt man das Fett bei der Berechnung des normalen und Hungerthieres beiseite, so hat ersteres 21·8 Procent, letzteres 23·7 Procent Trockensubstanz enthalten, woraus auf ein Trockenwerden der Organe geschlossen werden muss. Offenbar treten auch anderweitige Veränderungen der Organe beim Hunger ein. Das Muskelalbumin soll schwinden.

Rubner fand im Muskelfleisch in 100 Theilen:

	Trockensubstanz	Asche	Extract	Myosin
Normales Thier . . .	25·01	5·4	4·3	7·5
Hungerthier	22·20	5·4	3·7	7·2

Die Zeit, nach welcher der Hungertod eintritt, ist verschieden; je größer der Organismus, desto später erfolgt er im allgemeinen; je kleiner der Organismus ist, desto rascher erlischt das Leben. Kinder gehen deswegen viel schneller zugrunde als Erwachsene. Der relative Ver-

lust des Körpergewichts, den jeder Organismus zu erleiden hat, ehe er stirbt, scheint durchwegs derselbe zu sein; nachdem annähernd das Körpergewicht eines gut genährten Thieres auf die Hälfte abgesunken ist, erfolgt der Tod (Chossat).

Die Zerstörung des Eiweißes bei dem Hungernden ist eine sehr gesetzmäßige. Harn wird bis zum Tode gebildet; in den letzten Tagen vor dem Tode oft die doppelte und vierfache Menge des Normalen (Rubner). Die Menge des zerstörten Eiweißes hält sich bis gegen Ende der Hungerzeit äußerst gleich und fällt proportional der Verminderung des Körpergewichts (Falk, Voit, Rubner). Sie beträgt täglich etwa 2 bis 3 Procent des am Körper abgelagerten Eiweißes, wenn das Thier einen normalen Fettgehalt besitzt, bei mageren mehr, bei sehr fetten etwas weniger. Zu Beginn der Hungerzeit wird, wenn vor derselben eine reichliche Fütterung mit Eiweiß stattgefunden hat, auch reichlich Eiweiß zerstört; man muss diesen Umstand auf ein Zurückhalten von Nahrungseiweiß beziehen. Voit hat dies „circulierendes Eiweiß" genannt, im Gegensatz zu dem während der Hungerzeit einschmelzenden Organeiweiß. Zu Ende der Hungerzeit findet (bei nicht sehr fetten Thieren) mit gleichzeitig starker Vermehrung der Harnausscheidung eine starke Vermehrung der Eiweißzersetzung statt, die geradezu von diagnostischer Bedeutung für den nunmehr baldigen Eintritt des Hungertodes ist. Diese vermehrte Eiweißzersetzung entsteht, sobald die letzte Spur von Fett aufgezehrt ist; die Thiere leben nunmehr ganz auf Kosten des einschmelzenden Organeiweißes (Rubner).

Die Eiweißzersetzung verläuft in den einzelnen Stunden des Tages vollkommen gleichmäßig (Feder, Rubner). Die bei dem Zerfall des Eiweißes freiwerdenden Salze treten mit dem Harne und dem Koth aus, ihre Vertheilung auf die einzelnen Stunden ist aber eine etwas andere als jene des Stickstoffes der Ausscheidungen, aus dem wir auf die Eiweißzerstörung schließen. Auch bei den Hungernden wird noch Koth gebildet, in demselben finden auch mancherlei fäulnisähnliche Zersetzungen statt, wie die Ausscheidung von Indigo bis zum Lebensende bei Kaninchen erweist (Rubner).

Neben der Eiweißzersetzung nimmt unser volles Interesse die Zersetzung des Fettes in Anspruch. Zu Beginn einer Hungerzeit wird zwar auch das im Körper aufgespeicherte Glykogen zerstört, aber noch in den ersten Tagen trägt den Hauptantheil der Zersetzung das Körperfett. Die Fettzersetzung hält sich nun nahezu während der ganzen Hungerzeit constant, beziehungsweise sie sinkt proportional dem Körpergewicht. Bei ruhenden Thieren wird Stunde für Stunde bei Tag und Nacht die gleiche Fettmenge zerstört. Schlafen und Wachen übt bei vollkommener Ruhe des Wachenden keinen Einfluss auf den Stoffverbrauch (Rubner).

Eigenthümlich verhält sich die Fettzersetzung gegen das Ende der Hungerzeit.

Die letzten Tage vor dem Tode kann die Fettzersetzung vollständig aufgehoben sein und allein Eiweiß zersetzt werden. Wenn in den letzten Hungertagen nur mehr Eiweiß zersetzt wird, so beträgt die Mehrzersetzung an Eiweiß, verglichen mit den früheren Tagen, gerade nach isodynamem Werte um so viel mehr, als an Fett

weniger verbrannt wird. Organeiweiß und Fett vertreten sich also in diesen Fällen nach denselben Gesetzen, wie wir sie früher angegeben haben.

Da erst 978 Theile Muskelsubstanz so viel an Wärme geben, als 100 Theile Fett, so wird damit verständlich, welch enorme Bedeutung die Ablagerung von Fett für das Ertragen des Hungers hat. Bei normalem Fettbestand werden $^{9}/_{10}$ der Verbrennungswärme des Hungernden aus Fett entwickelt und nur $^{1}/_{10}$ aus dem Eiweiß; nur während der letzten Lebenstage liefert beim Hungernden das Eiweiß allein die thierische Wärme. Rubner hat an Kaninchen, deren Fettvorrath bekannt war, gezeigt, dass ein Thier mit 1·9 Procent Fett den Hunger nur neun Tage ertrug, solche mit 4 bis 5 Procent Fett aber 19 Tage. Wegen des geringen Fettgehaltes gehen junge Thiere und Kinder auch, abgesehen von dem intensiven Verbrennungsprocess, den sie unterhalten, rasch zugrunde.

Die Gesammtwärmeproduction für 1 *kg* Körpergewicht und 24 Stunden wurde während der Hungerzeit für das Kaninchen gefunden zu:

1. bis 2. Hungertag	52·38 Cal.	
3. „ 8. „	50·92 „	
9. „ 15. „	49·92 „	
16. „ 19. „	47·27 „	(Rubner.)

Nach Chossat u. A. nimmt das Körpergewicht um etwa 50 Procent während der Hungerzeit ab; die Betrachtung der Verbrennungswärme der zerstörten Stoffe ergibt aber, dass 70·2 Procent der in den Körperstoffen abgelagerten Verbrennungswärme während der Hungerzeit entwickelt werden (Rubner).

Ein erwachsener Mensch, welcher hungert, verbraucht nach Voit und Pettenkofer im Tag 80 *g* trockenes Fleisch, 216 *g* Fett, nimmt 780 *g* Sauerstoff auf (5·4 cm^3 pro Kilogramm und die Minute) und verliert 251 *g* C in der Respiration und 889 *g* Wasser durch Haut und Lunge. Der Hungerkünstler Cetti nahm während der 3 bis 6 Hungertage 4·65 cm^3 Sauerstoff pro Kilogramm Körpergewicht und die Minute auf; am 9. bis 11. Tage 4·73 cm^3 Sauerstoff. Die Leibestemperatur betrug 36·4 bis 36·8° C., der Puls 64 bis 84, die Respiration 14 bis 20 die Minute. In 10 Tagen nahm er durchschnittlich für den Tag um 635 *g* ab (Zuntz, Müller).

Der Hungernde produciert etwa 2303 Cal. für den Tag, d. i. 32·9 Cal. pro Kilogramm und Stunde (Rubner). Bei dem bekannten Hungerkünstler Cetti fanden sich pro Kilogramm und Stunde 32·4 Cal. (Senator).

Die Wasserentziehung.

Die unzureichende Zufuhr von Wasser erzeugt den Dursttod. Dieser tritt weit schneller ein als der Hungertod.

Bei Tauben, welche dem Hunger nach 10—12 Tagen erlagen, führte die Fütterung mit lufttrockenen Erbsen bei mittlerer Feuchtigkeit der Luft und mittlerer Temperatur von 4·5 Tagen zum Tode (Nothwang).

Der Dursttod wird dadurch hinausgeschoben, dass dürstende Thiere die verabreichte Nahrung nicht mehr vollkommen verdauen; indem sie zum Theil „hungern", d. h. Körpersubstanz zerlegen, wird das Wasser des zerfallenden Organeiweißes frei und verfügbar.

Nach wenigen Tagen zeigen sich bei Wasserentziehung Störungen der Muskelthätigkeit.

In der fettfreien Substanz, Muskeln und der ganzen Organmasse von normalen Tauben fanden sich 29·4 bzw. 33·5% Trockensubstanz u. 70·6 bzw. 66·5 % Wasser.

Verdurstete Thiere enthielten dagegen 23·0 bzw. 27·0 % Trockensubstanz und 77·0 bzw. 73·0% Wasser.

Die Thiere zeigen krankhafte Erscheinungen, wenn ihr Wasservorrath um 11% abgenommen hat; der Tod tritt nach einem Verlust von 22·22% des Wassers ein (Nothwang).

Die Wasserentziehung tödtete also viel rascher als die Entziehung fester Nahrungsstoffe. (S. a. S. 21.)

Wirkung der Nahrungsstoffe auf Stoff- und Kraftverbrauch.

a) Das Eiweiß und dessen Abkömmlinge.

Die Zufuhr von Eiweiß vermehrt die Eiweißzersetzung (Voit); es wird aber eine der Mehrzersetzung von Eiweiß isodyname Menge von Körperfett eingespart (Rubner). Der Eiweißverlust des Körpers wird erst durch ziemlich reichliche Zufuhr ganz aufgehoben. Um bei dem Hunde einen Eiweißverlust von 223 *g* Fleisch, welchen er im Hungerzustande erlitt, aufzuheben, waren 480 bis 900 *g* Fleisch nothwendig (Voit). Dieses Verhalten beruht auf dem Umstande, dass bei der Fütterung unmittelbar nach der Resorption des Eiweißes aus dem Darm nicht wie bei dem hungernden Thiere Stunde für Stunde eine gleichbleibende kleine Eiweißmenge zerstört wird, sondern plötzlich sehr viel und weit mehr als in der gegebenen Zeit beim Hungernden zerstört worden wäre. Für die späteren Stunden des Tages bleibt dann nicht mehr genug übrig, um den — ohne Eiweißzufuhr stets eintretenden — Eiweißverlust zu verhüten (Feder, Rubner).

Die Thiere setzen sich mit verschieden großen Mengen von Eiweißzufuhr ins Gleichgewicht; ein großer Hund kann mit 500 bis 2500 *g* Fleisch ins Stickstoffgleichgewicht gelangen, d. h. ebensoviel Stickstoff im Harn und Koth ausscheiden, als in der Kost vorhanden ist (Voit.) Meist dauert es einige Tage, bis bei Steigerung oder Verminderung der Eiweißmenge das Stickstoffgleichgewicht im Thier sich einstellt. Im ersten Falle wird von Tag zu Tag, bis das Gleichgewicht erreicht ist, Stickstoff im Körper zurückbehalten, und zwar größtentheils als Reservestoff — circulierendes Eiweiß (Voit;) bei Rückkehr zu kleineren Eiweißmengen wird das letztere zerstört und verringert.

Gerade wie ein hungernder Organismus, der reichlich Fett abgelagert hat, eine geringere Eiweißzersetzung aufweist als ein magerer

Organismus, geradeso spielt Fettreichthum und -Armuth auch bei Eiweißfütterung eine Rolle. Je fetter ein Thier, mit desto kleineren Eiweißmengen setzt es sich ins Stickstoffgleichgewicht (Voit.)

Bei Zufuhr von

1832 *g* Fleisch zersetzt ein fettreicher Mensch 1300 *g*
2000 *g* „ „ „ „ „ 1080 *g*
1281 *g* „ „ „ „ „ 869 *g* (Ranke).

Ein fettarmer Mensch zersetzt dagegen:
Bei Zufuhr von 1435 *g* Fleisch 1424 *g*
1172 *g* „ 1139 *g* (Rubner).

Es ist bis jetzt nicht möglich gewesen, den Menschen durch alleinige Eiweißzufuhr zu erhalten, auch bei der größtmöglichsten Eiweißaufnahme, wie sie in den vorgenannten Versuchen gegeben war, wird neben dem Eiweiß noch reichlich Fett zersetzt. Es liegt nicht etwa an ungenügender Resorption, sondern darin, dass, wie es scheint, die Meisten nicht so viel Fleisch zu kauen im Stande sind.

Der Fleischfresser dagegen vermag mit Leichtigkeit so viel Fleisch zu genießen, dass er vollkommen seinen Bestand erhält und kein Fett neben Eiweiß zerlegt wird (Pettenkofer und Voit).

Durch eine Eiweißzufuhr steigt die tägliche Wärmeproduction nicht an, wie auf Grund irrthümlicher Berechnungen bisweilen angegeben wird; erst wenn wir mit dem Eiweiß reichlich mehr an verbrennbaren Stoffen zuführen als der Gesammtheit der während des Hungerzustandes entwickelten Wärme entspricht, steigt beim Fleischfresser auch die tägliche Wärmebildung an und kann durch maximale Zufuhr bis um 44 Procent vermehrt werden (Rubner). Für den Menschen tritt dieser Fall, weil er beträchtliche Mengen von Eiweiß schlecht erträgt, nicht ein.

Bei länger durchgeführten überschüssiger Eiweißzufuhr steigt beim Fleischfresser von Tag zu Tag die Wärmeproduction an, bis nach längerem Stoffansatz ein Gleichgewicht der Einnahmen und Abgaben erfolgt.

Den Eiweißkörpern stehen nahe das Pepton, das leimgebende Gewebe und der Leim. Sicher ist zur Zeit nur erwiesen, dass die beiden letzteren das Eiweiß nicht zu ersetzen vermögen. Sie treten wohl für den Fettverlust ein, ebenso ersparen sie Eiweiß; aber mit Leim und leimgebendem Gewebe ohne Zugabe einer wenn auch noch so kleinen Eiweißmenge kann der Organismus auf die Dauer nicht existieren (Voit). Bezüglich der Peptone scheint es noch nicht bewiesen, dass dieselben vollkommen Eiweiß zu ersetzen vermögen, wenn schon es ihrer chemischen Constitution gemäß nicht unwahrscheinlich ist.

b) Das Fett.

Das Fett vermindert beim Hungernden die Abgabe von Körperfett, hebt aber die Eiweißzersetzung nicht auf; nur mit Fett gefütterte Thiere gehen demnach zugrunde. Die Eiweißzersetzung erscheint durch reichliche Fettzufuhr sogar etwas vermehrt (Voit). Das Nahrungsfett ersetzt in gleichen Gewichtsmengen das Körperfett (Rubner). Wird mehr Fett zugeführt, als der Körper zum Unterhalte der ganzen Wärmeproduction bedarf, so steigt die Fettzersetzung gegenüber der beim Hungernden zersetzten Fettmenge an, zu gleicher Zeit wird aber auch reichlich Fett am Körper abgelagert (Pettenkofer

und Voit). Durch eine überschüssige Fettzufuhr wird also auch die Wärmeproduction erhöht, aber in viel geringerem Grade, als wenn überschüssig Eiweiß zugeführt wird (Rubner.)

Wendet man Mischungen von Eiweiß und Fett zur Ernährung an, so sieht man im Allgemeinen die Zersetzung des Eiweißes überwiegen und bei Zugabe von Fett zur bisherigen reinen Eiweißfütterung wird die Eiweißzersetzung nicht, wie bei Hunger, vermehrt, sondern um etwa 7 Procent vermindert (Voit). Aber diese Wirkung des Fettes muss immerhin als unbedeutend bezeichnet werden, wenn schon sich bisweilen mit Hilfe derselben ein langandauernder Eiweißansatz erreichen lässt.

Führt man nur Eiweiß zu, so gelangt man, zu einem mehr oder minder reichlichen Ansatz von Eiweiß, d. h. zur Bildung von circulierendem Organeiweiß; alsbald aber setzt sich der Körper durch vermehrte Eiweißzersetzung ins Stickstoffgleichgewicht. Die Eiweißzersetzung hängt von dem relativen Eiweißgehalt des Organismus ab, steigt dieser rasch, dann folgt auch eine größere Eiweißzersetzung nach.

Bei Fütterung von Eiweiß und Fett wird nicht nur Eiweiß, sondern zugleich Fett abgelagert und keine einseitige Vermehrung des Eiweißes hervorgerufen; daher dauert der Eiweißansatz sehr lange und lassen sich bessere Wirkungen erzielen als bei alleiniger Eiweißfütterung (Voit). Auch bei Zufuhr von Fett muss man zur Erhaltung eines Individuums mehr an Eiweiß zuführen, als im Hungerzustande verbraucht wird, wenn auch weniger als ohne Zugabe von Fett.

Je nach der Menge des zugeführten Eiweißes wird dem Eiweiß zugesetztes Fett mehr oder weniger Körperfett vor der Verbrennung schützen. Reicht die isodyname Vertretung durch Eiweiß hin, den ganzen Bedarf an verbrennlichen Stoffen zu decken, dann wird das weiter zugesetzte Fett — außer einer geringen Steigerung der Zersetzung und Wärmebildung — zur Ablagerung verwendet werden.

Freie Fettsäuren, wenn solche aufgenommen werden, scheinen sich den Fetten in ihrer Wirkung analog zu verhalten (J. Munk); das Glycerin kann nur in kleinen Dosen, ohne Störungen zu veranlassen, aufgenommen werden. Die Eiweißzersetzung bleibt dabei ungeändert (Munk, Lewin, Tschirwinsky). Dagegen tritt das Glycerin, annähernd seinem Verbrennungswerte entsprechend, für andere Stoffe in die Zersetzung ein (Arnschink).

c) *Die Kohlehydrate.*

Die Kohlehydrate vertreten nach isodynamen Mengen das Körperfett, heben also dessen Verlust auf (Rubner). Außerdem verringern die Kohlehydrate auch bei dem Hungernden bedeutend die Eiweißabgabe vom Körper, nämlich um 9 bis 15 Procent (Voit). Ein mit Kohlehydraten allein gefüttertes Thier wird zwar schließlich dem Eiweißhunger erliegen, aber doch lange Zeit am Leben erhalten bleiben. Durch leicht resorbierbare Kohlehydrate kann die Eiweißersparnis eine noch mächtigere werden. Rubner sah nach Rohrzuckerzufuhr beim Hunde die Eiweißzersetzung um 47 Procent, also fast auf die Hälfte absinken; beim Menschen sank die *N*-Ausscheidung von 11·9 auf 6·3 *g*.

Werden die Kohlehydrate in überreichlichen Mengen zugeführt, so steigt einerseits die Verbrennung derselben an, der Organismus bildet mehr Wärme, außerdem aber kann eine Ablagerung von Fett, das aus den Kohlehydraten entsteht, eintreten. Bei Eiweißfütterung vermindert zugegebenes Kohlehydrat die Eiweißzersetzung, und zwar wird durch jede weitere Vermehrung der Kohlehydrate der Eiweißverbrauch stetig herabgedrückt (Voit), wodurch eine bedeutende Wirkung erreicht werden kann. Die Abnahme der Eiweißzersetzung kann trotz gleicher Kohlehydratmenge mehrere Tage hindurch absinken.

Vergleicht man die drei Nahrungsstoffe hinsichtlich ihrer Wirkung bei der Verbrennung im Organismus, so findet man bei der Aufnahme von Gemischen, wenn in diesen Eiweiß vorhanden ist, das letztere in der Zersetzung vorwiegend. Wenigstens sehen wir in den Ausscheidungen reichlich den Stickstoff auftreten; daraus lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit ableiten, dass das ganze Eiweißmolecül leichter zerfällt als ein Fett- oder Kohlehydratmolekül. Es könnte sich auch nur um eine Spaltung in einen stickstoffhaltigen und stickstoffreien Theil handeln.

So lange Nahrungsstoffe zugeführt werden, bleiben die Körperstoffe möglichst geschont. So zerfällt z. B. bei Zufuhr von Kohlehydraten (oder anderer verbrennlicher Stoffe) kein Körperfett, obschon letzteres im Hungerzustande in größter Menge in Zerfall geräth. Worauf dieser Regulationsvorgang beruht, wissen wir zur Zeit noch nicht. Ebenso verhält es sich wahrscheinlich bei der Aufnahme von Fett in der Kost; Nahrungsfett geht zugrunde, das Körperfett wird zurückgehalten.

d) *Wirkung anderweitiger Stoffe.*

Man bezeichnet bisweilen auch den Alkohol als einen Nahrungsstoff. Es ist richtig, er verbrennt in dem Organismus und wird, da 1 *g* Alkohol 7·184 Cal. liefert, also 131 Theile desselben mit 100 *g* Fett gleichwertig sind, an anderen Stoffen, z. B. an Fettverbrauch, einsparen können. Für kleine Dosen Alkohols glaubt man weiters eine Herabsetzung des Eiweißverbrauchs darthun zu können (Fokker, Munk), und außerdem soll der Sauerstoffconsum herabgesetzt werden (v. Böck und Bauer). Letzteres bedeutet aber noch keine Verringerung der Verbrennungsprocesse des Organismus, wie man so häufig annimmt, sondern beruht darauf, dass der Alkohol im Verhältnis zu seiner hohen Verbrennungswärme nur wenig Sauerstoff aufnimmt. Wenn Alkohol im Organismus verbrannt wird, braucht daher bei gleicher Wärmeproduction weniger O aufgenommen zu werden, als wenn andere Nahrungsstoffe verbrennen.

Soweit es sich unter Umständen um eine sparende Wirkung des Alkohols und um eine den übrigen Nahrungsstoffen parallele Wirkung handelt, wird doch die letztere nicht unbedeutend vermindert dadurch, dass nie die ganze Menge des zugeführten Alkohols verbrennt, sonder nur ein Theil; durch die Athmung und den Harn werden nicht unwesentliche Mengen unverbrannt abgegeben.

Wird aber der Alkohol in großen Dosen, welche stark anregend und erheiternd wirken, genossen, so soll die Eiweißzersetzung ansteigen

J. Munk) und durch die körperliche Unruhe wird weit mehr an Stoffen zerstört, als ohne den Alkoholgenuss (v. Böck und Bauer). Bei berauschender Wirkung sah Desplats ein Sinken der Wärmeproduction (um 19 Procent), der Kohlensäureausscheidung (um 12·4 Procent) und der Sauerstoffaufnahme (um 19 Procent) eintreten.

Recht häufig fasst man die abnorme Wärmeempfindung nach Alkoholgenuss als ein Zeichen der Verbrennung des Alkohols im Körper auf und als ein Zeichen, dass Alkohol ein Nahrungsstoff sein müsse. Es sind dies irrige Anschauungen. Einerseits erhöht der Genuss eines Nahrungsstoffes durchaus nicht die Wärmebildung. Wenn ein Hungernder Zucker, Fett u. s. w. aufnimmt, so erzeugt er deswegen nicht mehr Wärme, als er bereits im hungernden Zustande erzeugte; nur die Quellen der Wärme sind andere geworden, indem bei dem Hungernden die Körperstoffe, bei Jenem, der Nahrung aufgenommen hat, die Nahrungsstoffe zerlegt werden. Andererseits beweist die Wärmeempfindung noch keine vermehrte Wärmeproduction; vielmehr ist erstere nur die Folge einer besonderen, nach der Haut gerichteten Blutvertheilung. Trotz des erhöhten Wärmegefühls kann die Wärmeabgabe, wie durch directe Messungen gezeigt worden ist, nahezu gleich bleiben (Rumpel).

Die Wirkungen des Alkohols sind also nur zum allerkleinsten Theile jene eines Nahrungsstoffes; wegen seiner Nebenwirkungen auf dem Gebiete des Nervensystems wird man ihn überhaupt nicht mit dem Namen Nahrungsstoff bezeichnen dürfen. Die acuten und chronischen Wirkungen werden bei der Besprechung des Alkoholismus näher erörtert.

Die Stoffe des Kaffeeabsudes beeinflussen die Eiweißzersetzung nicht (Voit); der Fettverbrauch ist noch nicht näher untersucht. Der Aufguss der Cocablüte soll angeblich die Eiweißzersetzung um Weniges vermehren (Gazeau).

Von den giftigen Stoffen sind die Wirkungen der arsenigen Säure von Bedeutung, zumal man dieselbe häufig auch an Thiere verabfolgt, um die Mast zu erleichtern. Kleine Dosen haben gar keine Änderung des Eiweißzerfalles zur Folge oder eine geringe Verminderung (Weiske, Böck, Fokker). Bei toxischen Dosen nimmt derselbe aber stark zu (Gähtgens, Kossel). Ob der Verbrauch der übrigen Stoffe geändert wird, ist nicht genügend festgestellt.

Der Phosphor erzeugt bei nicht ganz acut verlaufenden Fällen eine starke Vermehrung der Eiweißzersetzung (Storch, Bauer, Cazeneuve) neben einer Verminderung der O-Aufnahme, woraus auf eine bedeutende Reduction der Fettzersetzung geschlossen werden muss. Die Organe enthalten — besonders die Leber — reichlich Fett abgelagert; letzteres könnte zum Theil Fett sein, das durch den Blutstrom nach den Geweben gebracht, dort jedoch nicht mehr zerlegt wird, weil die Zellen eines Phosphorvergifteten wahrscheinlich das Vermögen, Fett zu zerlegen, zum Theil verloren haben (wie ja auch eine diabetische Zelle die Fähigkeit verliert, Zucker zu zerlegen). Die Hauptmenge des Fettes entstammt aber sicherlich dem zerlegten Eiweiß. Das Eiweiß zerfällt im Körper bei Phosphorvergiftung nicht in normaler Weise. Es treten auch Producte unvollkommener Spaltung im Harne auf.

e) Die anorganischen Nahrungsstoffe.

Das Wasser macht den größten Bruchtheil unserer Leibessubstanz aus (63 Procent). Bei niederen Thieren und Pflanzen kann man durch die Wasserentziehung das Leben beliebig latent machen und durch die Befeuchtung aufs neue Leben hervorrufen. Der menschliche Organismus bedarf einer sorgsam regulierten Zufuhr des Wassers. (S. o.) Wasserent-

ziehend wirken außer hohen Temperaturen und Trockenheit der Luft viele Salze, da sie Wasser zu ihrer Ausscheidung im Harn nothwendig haben, ferner die Eiweißkost, da bei derselben im Körper die Zersetzungsproducte des Eiweißes entstehen, welche nur im Wasser gelöst ausgeschieden werden können.

Die Bestimmung des Wassergehaltes der Organe gibt keineswegs stets eine klare Vorstellung von der Beständigkeit oder dem Wechsel des Wassers in den Organen, weil durch das eingelagerte Fett, das völlig wasserfrei ist, eine Verminderung des Wassergehaltes vorgetäuscht wird. Magere Thiere erscheinen daher immer wasserreicher, fette wasserärmer; trotzdem ist aber das Verhältnis von Eiweiß zu Wasser dasselbe. Das lebende Protoplasma stellt eine in Wasser gequollene Substanz dar, daher wird auch unter den verschiedenartigsten Umständen das Verhältnis constant gefunden.

Ein Theil des Wassers entsteht durch Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser im Organismus. Diese Menge macht beim Menschen täglich etwa 370 *g*, d. h. ein Sechstel der Gesammtmenge des abgegebenen Wassers aus (Voit).

Die Wasserausscheidung im Harn wird wesentlich durch die Wasseraufnahme, aber auch durch das Entstehen bestimmter, nur in Wasser ausscheidbarer Zersetzungsproducte bedingt; so ist bei dem hungernden Thiere Stunde für Stunde und Tag für Tag die Harnsecretion eine sehr gleichmäßige; bei Fleischaufnahme erscheint aber reichlich Harn während der ersten Zeit nach der Nahrungszufuhr (Feder, Rubner).

Man hat früher dem Wasser einen wesentlichen Einfluss auf den Stoffverbrauch zugeschrieben und gemeint, es werde durch Wassertrinken die Eiweißzersetzung vermehrt. Es ist dies aber nicht richtig. Reichliches Wassertrinken vermag für kurze Zeit ein geringfügiges Ausspülen von N-haltigen Zersetzungsproducten aus dem Körper zu erzeugen, auf die Eiweißzersetzung und überhaupt auf den Stoffverbrauch wirkt es nicht ein.

Die Aschebestandtheile müssen jederzeit unserem Körper zugeführt werden; ohne dieselben wäre die Bildung des Magensaftes, des Pankreassaftes, der gallensauren Salze u. s. w., die Ausbildung des Embryo undenkbar. Stets verlieren wir im gesunden Zustande Aschebestandtheile durch den Harn, den Koth, durch Epithelien u. s. w. Diese Verluste müssen ersetzt werden. Die einzelnen Organe besitzen einen sehr verschiedenen und durch eine besondere Zusammensetzung gekennzeichneten Aschegehalt; geringe Änderungen vermögen Störungen der Function hervorzurufen.

Man wird aber doch zwischen festgebundenen und circulierenden Salzen, beziehungsweise Aschebestandtheilen trennen müssen. Zur Zeit der Nahrungszufuhr gelangen mit derselben häufig weit mehr Salze in den Organismus als nothwendig ist; sie circulieren in den Säften, ehe sie im Harn und Koth wieder austreten, und verschwinden aus dem Blute, wenn keine weitere Zufuhr statt hat. So verhält es sich beispielsweise mit dem Kochsalz (s. u.).

Sobald Organtheile zugrunde gehen, werden in der Regel die in diesen abgelagerten Aschebestandtheile ausgeschieden; doch mag darauf hingewiesen sein, dass man daraus nicht immer schließen darf, die Aschebestandtheile seien in der ausgeschiedenen Art auch in dem lebenden Gewebe abgelagert gewesen. Wir können nur angeben, dass sie für das normale Leben nothwendig sein müssen, weil sie bei absterbenden Organen ausgestoßen und bei wachsenden Organen abgelagert werden. Ihre nähere Verknüpfung und chemische Bildung bleibt uns unbekannt.

Die einzelnen Componenten der dem Organismus zugeführten Salze erscheinen nicht immer gleichzeitig in der Ausscheidung. So trennt sich bei Zufuhr von $ClNa$ das Cl von Na, ähnlich bei $ClNH_4$.

Wenn man dem Organismus alle nothwendigen organischen Stoffe zuführt, aber keine Salze, so gehen die Thiere an „Aschehunger“ zugrunde (Forster), Tauben in etwa 13 bis 29 Tagen, Hunde in 26 bis 36 Tagen. Die Organe haben bei Eintritt des Todes nur einen Theil der in ihnen abgelagerten Salze verloren. Das Bedürfnis an Salzen ist weit geringer, als man etwa nach der Menge der vom hungernden Thiere ausgeschiedenen Salze entnehmen möchte. Ein Hungernder gibt alle Salze ab, welche durch das Absterben von Organtheilen frei werden.

Die *Alkalien* vertheilen sich im Körper derart, dass die Kaliverbindungen im Wesentlichen in den Organen, die Natronverbindungen in den Säften (Blut, Lymphe etc.) sich ablagern. Viele Kalisalze werden in der Pflanzenkost zugeführt; sie treten im Harn aus, nur bei Diarrhöen oder schlechter Ausnutzung der Nahrungsstoffe auch in dem Darmcanal. Die einzelnen Kali- und Natronverbindungen sind in ihrer Rolle und Wirkung noch wenig gekannt; am besten noch das Kochsalz.

Das *Kochsalz* wird als Nahrungsstoff namentlich von den Pflanzenfressern, weniger aber von den Fleischfressern begehrt; bei ersteren und bei Menschen, welche vegetabilische Kost genießen, wird es sehr reichlich aufgenommen, weit mehr, als zur Deckung des Kochsalzverlustes allein nothwendig wäre. Man hat daher angenommen, Kochsalz spiele in diesen Fällen die Rolle eines Genussmittels, indem es die Speisen schmackhafter mache. Doch scheint vielleicht zum Theil die Rolle des Kochsalzes noch eine andere zu sein. Bunge macht auf den hohen Gehalt der Pflanzenkost an Kalisalzen aufmerksam. Diese setzen sich mit dem Kochsalz des Körpers zu Chlorkalium- und Natronverbindungen der mit dem Kali vorher verbundenen Säuren um, welche nunmehr, als für den Organismus nicht verwendbar, aus demselben austreten. Die Zufuhr einer an Kalisalzen reichen Kost würde sonach einen raschen Kochsalzverlust bedeuten. Der Zusatz von Kochsalz verhindert diese Gefahr.

Man hat dem Kochsalz auch einen Einfluss des Stoffverbrauches zugeschrieben und die Eiweißzersetzung durch Kochsalzgenuss erhöht sehen wollen. Nach Versuchen von Dubelir und Gruber ist dies jedoch nicht der Fall.

Die *alkalischen Erden*, namentlich phosphorsaurer Kalk und Magnesia, finden sich in geringer Menge zwar in allen Geweben, sie machen aber den Hauptbestandtheil der Knochen aus. In letzteren sind 99·5 Procent der Kalk- und 71·0 Procent der Magnesiamenge des Organismus und 83 Procent der Gesammtasche des Körpers abgelagert (*Heiß*). Wie nothwendig der *Kalk* als Nahrungsstoff für die Erhaltung des Knochengerüstes ist, zeigen Versuche, bei welchen man den Thieren alle Nahrungsstoffe mit Ausnahme der zureichenden Kalkmenge verabreichte. E. Voit hat bei *jungen* Hunden durch Kalkentziehung vollkommen rhachitische Erkrankung constatiert; bei *ausgewachsenen* Thieren dagegen entsteht Osteoporose (*Chossat*, E. *Voit*). Das Bedürfnis an Kalk scheint sehr gering zu sein; es hängt von der Geschwindigkeit der Knochenbildung ab.

Bei Hunden kleiner Race	sind nothwendig	0·128 *g*	im Tag
„ „ großer „	„ „	0·769 *g*	„ „
Beim Kalb	„ „	10 bis 13·5 *g*	„ „
„ Kind	„ „	0·320 *g*	„ „

In der Milch nimmt ein Kind täglich 0·5 bis 2·37 *g* CaO auf; das Bedürfnis des Erwachsenen ist nicht näher bekannt. Durch Milchsäurezufuhr kann man keine Kalkentziehung, wie Marchand und Heitzmann gemeint haben, erreichen.

Besonderes Interesse hat das *Eisen*; in allen Organen abgelagert, spielt es in dem Blute als Bestandtheil des Hämoglobins eine wichtige Rolle. Da wir täglich einen gewissen Theil des Eisens im Harn und

Koth (stillende Frauen mit der Milch) verlieren, ist ein Wiedersatz dringend nöthig. Die aufzunehmenden Mengen sind aber äußerst gering; nach Bunge nimmt ein Kind in der Frauenmilch täglich nur 0·0033 *g* Eisen auf. Der Eisenbedarf des Erwachsenen kann noch nicht näher bezeichnet werden.

Das Eisen findet sich übrigens nicht etwa nur als anorganische Verbindung, sondern in manchen Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln bereits als eine organische Eisenverbindung. Bunge stellt die Hypothese auf, das Eisen werde überhaupt nur als derartige organische Verbindung aufgenommen, und daraus baue sich alsdann das Hämoglobin auf. Wenn man aber, wie doch sichergestellt, durch Darreichung anorganischer Eisenverbindungen bei Bleichsucht so günstig die Blutbildung anzuregen vermöge, so sei dies darauf zurückzuführen, dass die anorganischen Eisenverbindungen im Darmcanal die organischen Eisenverbindungen vor der Zerlegung schützen und letztere deshalb besser resorbiert werden könnten. Zur Zeit bedarf es noch erweiterter Untersuchungen, um die Berechtigung einer solchen Anschauung beurtheilen zu können.

Der Ansatz und das Wachsthum.

Unter mannigfachen Umständen findet bei dem Menschen eine Ablagerung von Körperstoffen statt. Handelt es sich dabei um die normale Entwickelung des Kindes, so spricht man vom Wachsthum; wenn aber der Erwachsene eine Mehrung seiner Körperbestandtheile erfährt, von dem Stoffansatz; beim ersteren werden sowohl Eiweiß als Fett in einer individuell verschiedenen Proportion am Körper abgelagert, beim letzteren tritt mehr die Fettbildung in den Vordergrund.

Die Ablagerung von Eiweiß kann beim Fleischfresser auch durch ausschließliche Eiweißzufuhr erreicht werden; beim Menschen spielt jedoch nur die Eiweißablagerung bei Eiweiß- und Fettzufuhr, oder Eiweiß- und Kohlehydratzufuhr eine Rolle. Namentlich die letzteren begünstigen, da sie den Eiweißverbrauch stark herabsetzen, eine langdauernde Ablagerung von Eiweiß. Der Ansatz von Körpereiweiß erfordert gleichzeitig die Ablagerung gewisser Aschebestandtheile und des Wassers, ohne welche die Gewebebildung nicht erfolgen kann. Durch synthetische Processe wird im Organismus kein Eiweiß gebildet, weswegen stets wahre Eiweißkörper zum Zwecke des Wachsthums und Ansatzes in der Zufuhr vorhanden sein müssen.

Die Ablagerung von Fett findet in mannigfacher Weise statt; zunächst werden in vielen Fällen die Thierfette abgelagert, wie sie in der Nahrung vorhanden sind (Fr. Hofmann).

Ob dem Thierkörper fremde Fette eingelagert werden, kann noch als offen betrachtet werden. Eine weitere Quelle der Fettbildung scheint unter Umständen das Eiweiß abzugeben; Pettenkofer und Voit haben bei reichlichster Eiweißfütterung wohl allen Stickstoff des Eiweißes in den Ausscheidungen auftreten sehen, nicht aber allen Kohlenstoff und Wasserstoff, so dass das Zurückbleiben des stickstoffreien Restes des Eiweißes als Fett äußerst wahrscheinlich erscheint.

Bezüglich der Möglichkeit der Fettbildung aus Kohlehydraten ist man lange Zeit im Unsicheren gewesen. Obschon gerade die Kohle-

hydrate in unserer Kost in solchen Mengen auftreten, dass sie ein sehr reichliches Material für die Zwecke der Fettbildung bieten könnten, so glaubte man dieselben doch von derselben ausschließen zu müssen. Neuerdings hat sich aber zeigen lassen, dass bei Schweinen und Gänsen (Soxhlet, Meissl und Strohmer, Chamiewski, E. Voit und Lehmann) und sogar bei dem Fleischfresser (beim Hunde) aus Kohlehydraten wirklich Fett gebildet wird (Rubner); es wird daher an der allgemeinen Rolle der Kohlehydrate als Fettbildner nicht mehr gezweifelt werden können. Der Chemismus der Umwandlung der Kohlehydrate in Fett ist nicht näher bekannt.

Ein ergiebiger Ansatz von Eiweiß und Fett tritt nur ein, wenn reichlich mehr an Stoffen zugeführt wird, als unter normalem Gleichgewichtsverhältnis zerstört wird, der Körper sich also in dem Zustande überschüssiger Kost befindet. Es wird dann auch reichlich mehr Wärme gebildet als im Gleichgewichtszustande; bei fortgesetzter überschüssiger Zufuhr kann die Wärmebildung (und Stoffverbrauch) noch eine Zeit hindurch zunehmen (Rubner).

Die einzelnen Nahrungsstoffe steigern nun, überschüssig zugeführt, die Wärmebildung ganz ungleich; bei einem gleichen Überschuss des Tageszufuhr von 55 Procent über den Bedarf fand Rubner für die einzelnen Nahrungsstoffe:

	Es steigt die Wärmebildung	Von dem zugeführten Überschuss wird verbrannt	Es kommt dem Körper zugute
		in Procenten	
bei Eiweiß . . .	18.7	30·9	69·1
„ Fett	6·8	10·7	89·3
„ Kohlehydraten	10·2	15·9	84·1

Die Fette und Kohlehydrate neigen also weit mehr zum Ansatz als das Eiweiß. Aus obigen Zahlen würde man ableiten können, dass 100 Cal. als Fett zugeführt, ebenso für den Ansatz im allgemeinen (ohne Rücksicht auf die Art der abgelagerten Stoffe), wirken wie 106 Cal. als Kohlehydrate und 129 Cal. in der Form von Eiweiß. Daraus leitet sich folgende wichtige Beziehung ab. Für den Ansatz von Stoffen wirken gleich:

100 Theile Fett,
248 „ Kohlehydrate,
313 „ Eiweiß.

Dies wären also — weitere Untersuchungen vorbehalten — Äquivalentzahlen bezüglich des Ansatzes von Stoffen; sie sind wesentlich verschieden von den isodynamen Werten (Rubner).

Der Eiweißansatz vertheilt sich meist gleichmäßig auf alle Organe, wenn nicht etwa durch die Thätigkeit bestimmter Muskelgruppen deren Ausbildung überwiegt. Das abgelagerte Fett dürfte sich beim Menschen zuerst im Bindegewebe zwischen den Organen, dann im Unterhautzellgewebe, endlich in der Bauchhöhle ablagern; wenigstens sieht man bei Sectionen mäßig Herabgekommener wohl das Bauchfett geschwunden, indes im Übrigen die Formen noch eine gute Entwickelung zeigen können. Die Ablagerung wesentlicher Fettmengen innerhalb des Zell-

protoplasmus muss als pathologischer Vorgang angesehen werden. Bei fetten Organismen scheint auch das Blut fettreicher zu sein als bei mageren (Röhrig, Pfeiffer); die Fettablagerungsstätten bleiben die gleichen, sei es, dass durch Fettzufuhr oder in anderer Weise Fett zur Ablagerung kommt (Forster).

Drittes Capitel.

Einfluss der Temperatur.

Der Einfluss der Temperatur unserer Umgebung auf den Stoffverbrauch ist ein sehr mächtiger. (S. a. S. 55.)

Zwei Dinge müssen strenge auseinander gehalten werden:

1. Ob unter dem Einflusse der sich ändernden Temperatur unserer Umgebung die Eigenwärme des Organismus sich ändert;
2. oder ob die Eigentemperatur gleich erhalten bleibt.

Der erste Fall ist typisch bei dem Kaltblüter vertreten, der zweite Fall bei dem normalen Warmblüter.

Bei den Kaltblütern sinkt nun mit dem Sinken der Eigentemperatur der Stoffverbrauch und die Wärmebildung, und steigt mit der Erhöhung der Körpertemperatur an (H. Schulz, Moleschott, Aubert). Auch bei dem Menschen kommen einerseits bei den Begleiterscheinungen des Erfrierungstodes, andererseits bei dem Fieber Änderungen der Körpertemperatur und damit Änderungen von Stoffverbrauch und Wärmeproduction, welche sich den Verhältnissen des Kaltblüters eng anschließen, zu Stande. Doch findet die Verminderung der Wärmeproduction erst bei starkem Sinken der Eigentemperatur statt, während die Erhöhung der Eigentemperatur weit prompter wirkt.

Der **normale Warmblüter** reagiert bei Änderung der Temperatur der umgebenden Luft auf das Steigen der Lufttemperatur mit einem Sinken der Wärmeproduction, auf das Sinken der Lufttemperatur mit einem Steigen der Wärmeproduction und des Stoffverbrauches (Voit, Pflüger, Colasanti, Finkler u. A.), also durch eine Änderung der chemischen Umsetzung (chemische Wärmeregulation). Je größer der Wärmeverlust, desto größer wird die Wärmeproduction; geringgradige Änderungen dieser letzteren werden uns zwar nicht bewusst, aber doch ist die Genauigkeit der Regulation eine äußerst große. Wenige Zehntelgrade Temperaturänderungen führen bereits eine Änderung der Wärmeproduction herbei. Der Thierkörper vermag sich in seiner Wärmeerzeugung Temperaturen zwischen 0 und 30° recht gut anzupassen (Rubner). Je 1° Temperaturänderung entspricht in proportionaler Wirkung einer Änderung von Stoff- und Kraftverbrauch von 2 bis 3 Procent.

Wie wir auch aus anderen Thatsachen, namentlich aus dem Einfluss der Körpergröße schließen müssen, passt sich der Organismus des Warmblüters, wie des Menschen, in seiner Wärmeproduction bei niedrigen und mittleren Temperaturen und im Ruhezustande genau dem Wärmeverluste an; es findet keinerlei Verschwendung von Stoff- wie Kraftmaterial statt. Das Leben ist nach dem Principe des kleinstmöglichsten Kraftverbrauches geregelt.

Die Wärmeregulation wird ermöglicht durch einen unter dem Einflusse der die Temperatur empfindenden Nervenendigungen in der Haut an das Nervencentralorgan vermittelten Reiz; von demselben aus erzeugen die letzteren eine Innervation der Muskeln, welche — von sehr abnormer Kälteeinwirkung, bei welcher Zittern entsteht, abgesehen — makroskopisch nicht sichtbar wird. Curarevergiftung und Durchschneidung des Rückenmarkes hebt die Fähigkeit der Wärmeregulation auf (Pflüger). Die Muskeln sind also bei verschiedenen Lufttemperaturen in verschieden hochgradiger Thätigkeit Von der Gesammtmenge der erzeugten Kohlensäure sind nach Rubner als der regulatorischen Innervation entsprechend zu betrachten:

Bei 0°	55·5	Procent.
„ 10°	40·7	„
„ 20°	19·9	„
„ 30°	0	„

In manchen (beim Menschen wohl sehr häufigen) Fällen bemerkt man hinsichtlich der Einwirkung der Temperatur aber auch ein anderes Verhalten, nämlich trotz Steigen oder Sinken der umgebenden Temperatur ein vollkommenes Gleichbleiben der Wärmeproduction (physikalische Wärmeregulation). Dies ist der Fall, bei erhöhter Wärmeproduction, sei es, dass dieselbe durch eine lebhaftere Thätigkeit der Drüsen oder durch Muskelthätigkeit hervorgerufen werde.

Leicht verständlich dürfte dieser Vorgang bei der Arbeitsleistung sein: da die Muskeln bei der Arbeitsleistung für letztere in Anspruch genommen werden, ergibt sich von selbst, dass die Innervation der chemischen Wärmeregulation ohne weiteren Einfluss auf dieselben bleiben muss.

Anders und complicierter liegt die Sache bei der Wirkung, welche die Nahrungsaufnahme auf die Wärmeregulation hat. Bei einem großen Hunde war die Wärmebildung (Rubner):

	Hungernd		Reichlich gefüttert		
	bei 27°	30·8 Cal.	19·5°	42·6 Cal.	
Chemische Regulation	13°	39·6 „	23·7°	41·8 „	Physikal. Regulation.
	19°	35·1 „	18·2°	41·1 „	
	12°	40·6 „	24·8°	41·1 „	

Die Wirkung der Nahrungsaufnahme zeigt sich keineswegs immer, sondern nur bei sehr reichlicher Kost (namentlich nach Eiweißzufuhr), ferner um so eher, je höher die Temperatur ist, bei welcher der Organismus sich befindet, d. h. je mehr die Wirksamkeit der chemischen Wärmeregulation schon eingeschränkt ist.

Die Wirkung der Temperatur ist also, das muss auseinandergehalten werden, nicht stets dieselbe und einheitlich, sondern sie ist ganz verschieden, je nach dem Körperzustande und je nach der absoluten Höhe der Einwirkung der Temperatur.

Wenn nun unter dem Einfluss der Änderung der Temperatur der umgebenden Luft die Wärmeproduction und der Sauerstoffverbrauch wechseln, so ließ sich bei Versuchen am Menschen doch keine Änderung der Eiweißzersetzung nachweisen (Voit), die vermehrte Zerstörung an Stoffen trifft also das Fett oder die Kohlehydrate, wie durch Versuche an Fleischfressern noch direct gezeigt werden ist (Rubner).

Durch calorimetrische Untersuchung hat Rumpel dargethan, dass die Wärmeabgabe des Armes eines Menschen ganz und gar von der Temperatur der umgebenden Luft abhängig ist.

Die Luftfeuchtigkeit hat innerhalb der praktisch inbetracht kommenden Temperaturgrenzen keinen Einfluss auf Eiweißzersetzung, Fettzersetzung und Gesammtwärmeproduction (Rubner).

Auch der Luftbewegung kommt ein wesentlicher Einfluss auf die Anregung der Wärmeregulation zu, doch fehlt es uns für diese Verhältnisse noch an einer experimentellen Grundlage.

Bekleidung und Bäder.

Strenge genommen steht unsere Haut eigentlich nur selten in directem Contact mit der frei bewegten Atmosphäre, meistentheils sind wir von den Kleidungsstoffen umgeben und diese moderieren unseren Wärmeverlust. Nachdem wir schon früher diese Rolle der Bekleidung hervorgehoben haben, muss hier nur nochmals darauf verwiesen werden, wie mächtig diese ist, und dass dieselbe den Wärmeverlust um über ein Drittel herabzusetzen vermag. Der gleiche Betrag wird an dem Stoffverbrauch erspart werden. Bei rasierten Thieren nimmt die Wärmeproduction um 20—60 70 % zu; es steigt nur die Fettzersetzung (Rubner).

Tritt an Stelle der Luft das Wasser in directen Contact mit unserer Haut, wie z. B. in den Bädern und bei nasser Kleidung, so erleiden wir, selbst wenn das Wasser nicht besonders kalt sein sollte, einen sehr bedeutenden Wärmeverlust, dem in ähnlicher Weise eine Vermehrung der Stoffzersetzung folgen muss. Nach Versuchen, welche an dem menschlichen Arme angestellt wurden, lässt sich der Wärmeverlust im nackten, bekleideten Zustande und dem Bade folgendermaßen vergleichen. Für die Stunde wird an Calorien abgegeben:

	Im Bade nackt	In der Luft		
		nackt	bekleidet	
bei 11·5°	157	12	8	
„ 20·9°	81	8	6	
„ 25·7°	54	8	5	(Rubner.)

Da von dem die Luft berührenden Arm auch Wasserdampf abgegeben wird, so wird man den Wärmeverlust im Bade auf das 6—10-fache des Wärmeverlustes des nackten Körpers bei derselben Lufttemperatur schätzen dürfen. Die Vermehrung der Wärmeproduction selbst ist geringer.

In nasser Kleidung geben wir etwa fünfmal so viel Wasser ab, wie in trockener Kleidung (Rumpel).

Die Oberflächenentwicklung.

Als Wirkung der Abkühlung erscheint auch die Verschiedenheit des Stoffverbrauches bei verschieden großen Thieren. Betrachtet man den für die Körpergewichtseinheit berechneten Verbrauch, so findet man die Eiweißzersetzung bei den kleinen Thieren (relativ) vielbedeutender als bei den großen (Voit, Rubner). Ein Hund großer Race (31 *kg*)

verbraucht pro Kilogramm 0·17 *g N*, ein Hund kleiner Race (3 *kg*) 0·58 *g N* für den Tag (Rubner).

Dasselbe ließ sich auch bei Vergleichung eines normalen Menschen mit einem Zwerge nachweisen. Der Letztere verbrauchte für 1 *kg* Körpergewicht weit mehr Eiweiß als ein Normaler (E. Voit und Rubner). Aber nicht allein für das Eiweiß, sondern auch für den Verbrauch an den übrigen Stoffen besteht das gleiche Verhältnis. Z. B. zersetzten die Hunde:

ein großer . . .	3·18 *g*	Fett pro Kilogramm Körpergewicht
ein kleiner . . .	7·46 *g*	„ „ „ „

Wenn also Eiweiß- wie Fettverbrauch erhöht ist, so muss auch die Wärmebildung bei dem kleinen Thier verhältnismäßig weit bedeutender sein als bei dem großen. Es liefert ein Hund von

38 *kg*	36 Cal. im Tag pro	1 *kg*	Körpergewicht
20 *kg*	46 „ „ „ „	1 *kg*	„
10 *kg*	65 „ „ „ „	1 *kg*	„
3 *kg*	88 „ „ „ „	1 *kg*	„

Der kleinste Hund hatte also um das Zweiundeinhalbfache mehr Wärme erzeugt als der große Hund von 38 *kg* (Rubner).

Ein kleines Thier zerstört in den Zellen weit mehr als ein großes, es hat daher auch eine lebhaftere Sauerstoffzufuhr, einen lebhafteren Puls, eine größere Lunge und entwickelteren Darmcanal.

Die Wärmebildung bei verschieden großen Individuen hängt von der Oberflächenentwickelung ab (Rubner). Je kleiner ein Thier ist, desto größer ist die für 1 *kg* Körpergewicht treffende Oberfläche. Ein Würfel von 1 m^3 Inhalt hat für 1 *kg* eine Oberfläche von nur 60 *cm*; ein Würfel von 1 dm^3 Inhalt = 1 *kg* hat dagegen 600 *cm* Oberfläche, verhältnismäßig also zehnmal so viel als der große. Ganz ähnlich ist es bei den Thieren.

Bei dem Erwachsenen treffen . . auf	1 *kg*	287 cm^2	Oberfläche
„ „ großen Hund . . . . . „	1 *kg*	344 cm^2	„
„ „ kleinen Hund . . . . . „	1 *kg*	726 cm^2	„
„ „ Huhn . . . . „	1 *kg*	1014 cm^2	„
„ der Ratte . . . . „	1 *kg*	1650 cm^2	„
beim Frosch . . . . „	1 *kg*	3059 cm^2	„

Die Wärmebilung verhält sich ebenso wie die Oberflächenentwicklung, d. h. wie die Abkühlung, und so kommen wir auf den schon bei der Wärmeregulation besprochenen Satz, dass der Körper sich in seiner Wärmeproduction gerade den abkühlenden Verhältnissen anpasse und auf den kleinstmöglichsten Stoffverbrauch sich einstelle.

Sonach lässt sich also auch die Wärmeproduction und Stoffverbrauch bei verschieden großen Menschen wie Thieren leicht berechnen, wenn man die von den betreffenden Lebewesen für 1 m^2 Oberfläche abgegebene Wärme (für den Ruhezustand und eine bestimmte Temperatur), sowie die Oberfläche desjenigen Organismus kennt, für welchen die genäherte Rechnung angestellt werden soll. Die Oberfläche (*o*) eines Menschen ist, wenn $k = 12{\cdot}5$ und *a* das Körpergewicht in Gramm: $o = k.\sqrt[\frac{2}{3}]{a}$. So werden z. B. beim normal Erwachsenen etwa 1399 Cal. für 1 m^2 Oberfläche und 24 Stunden abgegeben; daraus wird der Wert für Erwachsene verschiedener Größen leicht ableitbar.

Besonders wichtig ist für den Menschen jedoch die Frage, wie sich etwa die Erscheinungen und Eigenthümlichkeiten der Jugend aus dem Gesetze der Oberflächenentwickelung ableiten lassen. Bei den Kindern sieht man in der That, wie wir es erwarten müssen, für die Körpergewichtseinheit einen sehr bedeutenden Stoffverbrauch und eine bedeutende Wärmeproduction; und wenn wir die Beziehungen zwischen letzterer und der Oberfläche näher betrachten, so zeigt sich zwar keine ganz absolute Uebereinstimmung der für 1 m^2 Oberfläche berechneten Wärmemengen, aber doch eine sicher befriedigende Näherung. Man wird nicht zweifeln können, dass die Abkühlung es ist, welche auf reflectorischem Wege die Wärmeproduction bei dem Kinde anfacht, und dass das Gesetz der Oberflächenentwickelung auch hier strenge giltig ist (Rubner).

	Es liefert in Calorien pro Tag	Calorien pro 1 m^2 Oberfläche
Ein Kind von 1 Monat .	91	1221
„ „ „ 2½ Jahren	81	1231
„ „ „ 10 „	60	1389
„ „ „ 14½ Jahren	52	1452
„ Erwachsener . . .	42	1399
„ Zwerg (6 *kg* schwer)	82	1231

Obschon die Oberflächenabkühlung mit der Temperaturwirkung identisch ist, sieht man bei ersterer doch auch den Eiweißverbrauch erhöht und nicht allein den Fettverbrauch. Auch sind die Zellen eines kleinen Thieres nach Ausschaltung der Wärmeregulation immer noch lebhafter thätig als jene eines großen Thieres.

Dies ist auf die lange Dauer der Wirkung der Abkühlung zurückzuführen. Wird, wie durch die Oberflächenentwicklung, ständig sehr viel an Stoffen verbraucht, dann müssen auch jene Zellgebiete, welche mit der Wärmeregulation direct nichts zu thun haben, und deren Thätigkeit sicherlich den Eiweißumsatz des Körpers umfasst (namentlich der Drüsenapparat), an eine intensivere Zersetzung sich gewöhnen. Die Drüsenthätigkeit ist auch wegen der großen Menge zu resorbierender Stoffe erhöht (Rubner).

Muskelarbeit.

Die Muskeln stellen bei entwickelter Organisation die Elemente, denen wir die Bewegungsfähigkeit — eine der Hauptfunctionen des Lebens — verdanken, dar. Bewegungen sind meist mit einer positiven Arbeitsleistung verbunden, sei es nun, dass der Körper beim Gehen, Laufen oder Springen eine gewisse Strecke hin fortbewegt wird, sei es, dass wir unseren Körper beim Treppensteigen oder Bergsteigen in die Höhe heben, oder dass in gewerblicher Thätigkeit der Schmied seinen Hammer, der Schreiner seine Säge, der Zimmermann die Axt etc. zur Arbeitsleistung benutzt

Bei dem Arbeiten müssen nach den Grundgesetzen der Natur Stoffe verbraucht werden, deren Menge (in minimo wenigstens) aus der Arbeitsleistung berechenbar wird. Die Arbeit wird gemessen nach der Arbeitseinheit — dem Kilogrammeter; letzteres bedeutet die Arbeit, welche nothwendig ist, um 1 *kg* auf 1 *m* Höhe zu heben oder um 1 *g* auf 1000 *m* Höhe u. s. w.

Wir kennen nun auch das calorische Äquivalent der Arbeit (Meyer, Joule u. A.), es beträgt für 425 Kilogrammeter 1 Calorie. Weiß man also, wie viel Arbeit geleistet wurde, so kennt man

auch die (in minimo) verbrauchte Menge von Wärme oder Spannkraft. In der That hat Danilewsky durch directe Versuche am Muskel dargethan, dass das Gesetz der Erhaltung der Kraft auch hier besteht und das mechanische Äquivalent der Wärme kein anderes in der belebten Welt sein kann, wie in der unbelebten.

Die geleistete Arbeit eines Menschen ist keineswegs leicht zu bestimmen ja sie ist sogar erst für wenige Fälle zur Zeit genauer gemessen. Zur Berechnung der bei dem Gehen geleisteten Arbeit mag man folgende Betrachtung zu Grunde legen (Poisson und Saint-Robert). Man weiß durch die Untersuchungen von Weber, dass bei jedem Schritte der Schwerpunkt des Körpers um 2 *cm* gehoben wird. Außerdem lässt sich durch einen Schrittzähler die Anzahl der gemachten Schritte und annähernd auch der zurückgelegte Weg berechnen, da die Schrittlänge (im Mittel 0·72 bis 0·75 *m*) unschwer sich ergibt. Multipliciert man das Körpergewicht mit der Hubhöhe und der Zahl der Schritte, so erhält man die für das Heben des Körpers erforderliche Arbeit.

Da nun der Mensch sich aber auch in horizontaler Richtung fortbewegt, so muss auch diese Geschwindigkeit festgesetzt und als Fallhöhe ausgedrückt werden. Ist S der im Fall zurückgelegte Weg, v die Geschwindigkeit, g die Erdschwere (9·8), so hat man:

$$S = \frac{v^2}{2\,g}.$$

Gehen wir mit einer Geschwindigkeit von 1 *m* pro Secunde, so hat man $S = \frac{1}{2 \times 9\,.\,8} = \frac{1}{19\,.\,6} = 0{\cdot}051$ *m* Fallhöhe.

Folglich lässt sich der Wert der Vorwärtsbewegung berechnen durch Multiplication des Körpergewichtes in 0·051 und die Anzahl der zurückgelegten Schritte.

Nimmt man beide Fallhöhen zusammen 0·020 — 0·051 = 0·071, so ist die geleistete Arbeit = 0·071 × $k.\,p.$ wenn k das Körpergewicht, p die Schrittzahl bedeutet.

Aus der Anzahl der Kilogramme leiten wir dann die verbrauchte Wärme ab; bei dem Bergsteigen kommt die Arbeitsleistung für das Heben des Körpers auf Bergeshöhe hinzu.

Es ist bekannt, dass keine Maschine die gesammte Menge des Brennmaterials und die in diesem aufgespeicherte chemische Spannkraft in Arbeit überzuführen erlaubt. Vielfach gilt es schon als gute Ausbeute, bei Gaskraftmaschinen, wenn 10 Procent der Kraft als Arbeit nutzbar werden.

Obwohl nun der Muskel zwar keine thermodynamische Maschine darstellt, wie so häufig angenommen wird, kann doch auch in dem Muskel nie die ganze Menge der in den zersetzten Stoffen vorhandenen chemischen Spannkraft in äußere Arbeit übergeführt werden. Nach den interessanten Versuchen von Fick geht aber immerhin ein großer Bruchtheil in Arbeit über, am wenigsten, wenn wenig Arbeit geleistet wird (nur 6 Procent), am meisten, wenn starke Anstrengungen vorliegen, nämlich bis zu 29 Procent, d. h. über ein Viertel. Beim Menschen sollen bei dem Steigen bis zu 35%, bei dem Drehen einer Kurbel bis 25·4% der durch die Zersetzung der Nahrungsstoffe bei der Muskel-Contraction frei werdenden Spannkräfte in Arbeit übergeführt werden können. (Katzenstein).

Wenn man demnach das Wärmeäquivalent geleisteter Arbeit berechnet hat, beträgt der Wärmewert der zersetzten Stoffe das Drei- bis Vierfache.

In vielen Fällen steht die geleistete Arbeit in bedeutendem Missverhältnisse zu den aufgewendeten verbrannten Stoffen, nämlich dann, wenn es an Übung zu einer Arbeit fehlt; es werden eine Reihe von

Mitbewegungen in den Muskeln ausgeführt, welche nutzlos sind und ermüden, durch Übung sich vermeiden lassen. Die Schulung zu bestimmter Arbeit ist ein wesentlicher Faktor.

Außerdem wird bisweilen bei Ausführung von Arbeiten Mithilfe nicht direct bei der Arbeitsleistung thätiger Gruppen erfordert, so z. B. der Muskel zur Fixierung des Thorax, bei strammer Haltung, beim Sitzen u. s. w.

Die Arbeitsleistung wird ermöglicht durch die Maße der Muskeln: wer nur schlecht entwickelte Muskeln hat, kann auch keine schwere Arbeit leisten.

Die Muskeln sind der Sitz eines bedeutenden Stoffverbrauches und einer bedeutenden Wärmeentwickelung. Es steigt daher auch bei kräftiger Arbeitsleistung die Körpertemperatur an, besonders dann, wenn etwa für die Wärmeabgabe Hindernisse bestehen (dichte Bekleidung, hohe Temperatur).

Die hochgradige Wärmeproduction fordert meist eine vermehrte Wasserdampfabgabe. Die chemische Wärmeregulation, von exceptionellen Fällen abgesehen, braucht bei Arbeit nicht in Activität zu treten.

Der Nachweis der bei der Arbeit zerstörten Stoffe hat mancherlei Schwierigkeiten gemacht. Voit hat zuerst erwiesen, dass bei der Arbeit keine oder doch nur eine unbedeutende Vermehrung der Eiweißzersetzung vorhanden ist, vielmehr werden nur die stickstoffreien Stoffe, Fette und Kohlehydrate in großer Menge angegriffen und zerstört (Pettenkofer und Voit).

Aus den oben gegebenen Auseinandersetzungen über die isodynamen Vertretungswerte folgt von selbst, dass in jenen Fällen, in welchen sämmtliche Fettzersetzung eines Organismus durch Eiweißzufuhr ersetzt ist, aus dem Eiweiß die Kräfte für die Arbeitsleistung entnommen werden. Derartiges findet bei dem Fleischfresser leicht statt, da dieser sich auch mit Eiweiß allein vollkommen erhalten kann.

Die Arbeitsleistung setzt aber unter normalen Bedingungen keine Ursache für vermehrte Eiweißzufuhr voraus. Es hat daher nur theoretisches Interesse, wenn man bei durch Hunger fast fettfrei gewordenen Thieren eine Beeinflussung des Eiweißverbrauchs durch die Arbeit findet.

Da Verfasser gezeigt hat, dass Thiere noch leben können, welche nur mehr Spuren von Fett am Körper haben, und da von ihm nachgewiesen ist, dass solche Thiere nur Eiweiß vom Körper abgeben, um die Lebensfunction zu erhalten, so haben sie offenbar auch Eiweiß eingeschmolzen, weil zur Ausführung ihrer Bewegung — also zur Arbeit — Kraft geliefert werden musste.

In diesen Fällen wird also Eiweiß verbraucht, weil es nur der einzige verfügbare Stoff am Körper ist: solange noch minimale Mengen von Fett im Körper sich finden, werden aber diese eingeschmolzen und verbrannt.

Pettenkofer und Voit haben am Menschen folgende Werthe als Verbrauch (in gr.) für einen Tag gefunden:

		Fleisch (trocken)	Fett	Kohlehydrat	Sauerstoffaufnahme
bei Hunger	bei Ruhe	79	208	—	761
	bei Arbeit	75	**380**	—	1071
bei mittlerer Kost	bei Ruhe	137	72	352	831
	bei Arbeit	137	**173**	352	980

Im Mittel wurden für 1 Stunde Arbeit 24·282 Kilogrammeter Arbeit geleistet und 8·2 *g* Fett mehr zersetzt als in der Ruhe.*)

Das mechanische Äquivalent lässt sich für 1 *g* der hauptsächlichsten Nahrungsstoffe wie folgt angeben:

1 *g* Eiweiß	= 1740	Kilogrammeter.
1 *g* Kohlehydrate	= 1742	„
1 *g* Fett	= 3995	„

Als mittlere Arbeitsleistung rechnet man bei dem Menschen bei achtstündiger Arbeitszeit etwa 340·000 Kilogrammeter (= 706 Cal.) = 25·000 Kilogrammeter für die Stunde (Vierordt u. A.).

Verfasser fand an sich als stark anstrengende stündliche Leistung beim Bergsteigen 51.120**) Kilogrammeter für die Stunde, selbst 42.500***) Kilogrammeter beim raschen Spaziergange auf ebenem Wege geleistet ermüdeten noch immer stark. Die ganze Tagesleistung betrug im ersten Falle 246.000 Kilogrammeter, im zweiten Falle 191·000 Kilogrammeter. An Tagen ohne wesentliche Körperbewegung betrug sie nach den Messungen, welche über ein Jahr fortgesetzt wurden, 38.000 Kilogrammeter. Zu 1000 Kilogrammeter Steigarbeit sind 0.715 *g* Fett nothwendig; die frei gewordene Spannkraft entspricht 2857 Kilogrammeter für das horizontale Gehen; für die Dreharbeit erfordern 1000 Kilogrammeter nur 0·054 *g* Fett und chem. Spannkraft im Werte von 219 Kilogrammeter wird frei (Zuntz).

Der Schlaf.

Der Stoffverbrauch während des Schlafes ist von Boussingault an Tauben, von Henneberg an Hammeln beobachtet worden, wobei eine Verminderung des Stoffverbrauchs gegenüber dem Wachen constatiert wurde. Beim Menschen haben Smith, Pettenkofer und Voit eine Herabsetzung der Kohlensäureausscheidung und der Sauerstoffaufnahme (um 24 Procent) dargethan. Da sich eine Änderung der Eiweißzersetzung im Schlaf weder bei Thieren (Feder, Rubner), noch beim Menschen (Pettenkofer, Voit) ergibt, so wird beim Schlaf namentlich die Zersetzung der stickstofffreien Stoffe vermindert (Pettenkofer, Voit).

Wache Thiere wie wache Menschen machen die allermannigfachsten Bewegungen; schon das aufrechte Stehen und Sitzen bedingt eine Muskelanstrengung. Es ist demnach die Verminderung des Stoffverbrauchs (und der Wärmeproduction) recht wohl verständlich nach dem, was wir im Vorhergehenden über die Wirkung der Muskelthätigkeit gesagt haben.

Halten sich Thiere auch im wachen Zustande vollkommen ruhig, so wird durch den Schlaf eine Verminderung der Stoffzersetzung nicht hervorgerufen (Rubner). Jede Bewegung eines Thieres, bereits das Si-

*) 8·2 *g* Fett = 75 Cal.; 24282 *kgm* = 57 Cal., der in Arbeit umsetzbare Theil der zerlegten Stoffe lässt sich hieraus nicht ableiten.

**) = 120 Cal. Wärme, respective = 12·7 *g* Fett für die Stunde; der wahrscheinliche Verbrauch beträgt das Vierfache.

***) = 100 Cal. Wärme, respective = 10·6 *g* Fett.

tzen, steigert in sehr merklicher Weise die Wärmeabgabe, also auch die Stoffzersetzung.

Das Schlafen kann bei dem Menschen einen sehr wesentlichen Einfluss auf den Körperzustand bedingen; bei gleichbleibender Stoffzufuhr begünstigt die Mehrung des Schlafes, oder besser gesagt der Ruhe, den Ansatz, die Kürzung des Schlafes vermindert das Körpergewicht.

Die Zeit des nothwendigen Schlafes lässt sich kaum annähernd genau angeben; je nach der vorhergegangenen geistigen oder körperlichen Anstrengung ist das Bedürfnis mit jedem Tage wechselnd.

Die Wirkung des Schlafes hängt ganz und gar von der Tiefe desselben ab; dieselbe zeigt sich auch bei Thieren nach den Versuchen des Verfassers höchst ungleich. Bei ruhigem Schlaf ist die Wärmeproduction von Stunde zu Stunde ganz die gleiche, während bei unruhigem Schlafe Verschiedenheiten eintreten. Die Fähigkeit der Wärmeregulation ist im Schlafe erhalten, nur bei Hungernden gestört.

Kinder schlafen in der ersten Zeit des Lebens außer ihren Mahlzeiten fast beständig; im zweiten Jahre hat sich das Schlafbedürfnis dann bereits auf 12 bis 14 Stunden reduciert, wovon etwa 2 Stunden auf Schlaf zur Tageszeit treffen. Mit 5 Jahren scheinen im Mittel 11 Stunden zureichend, während des Schulalters pflegt dann eine weitere Reduction auf etwa 9 Stunden und schließlich auf 8 Stunden einzutreten. Erwachsene, welche einen mäßig anstrengenden Beruf haben, reichen mit dieser Schlafzeit aus. Im Alter findet nicht selten eine weitere Verminderung des Schlafbedürfnisses statt.

Dadurch, dass manche Menschen während des Tages eine kürzere oder längere Ruhezeit sich gönnen, wird das nächtliche Schlafbedürfnis wesentlich vermindert. Die Schlafzeit wird übrigens vielfach nicht nach dem Bedürfnis, sondern nach Gewohnheit geregelt; es sind bestimmte Stunden, zu welchen der Schlaf aufgesucht wird, und ebenso verhält es sich mit dem Aufstehen.

Der Schlaf dient sowohl zur Muskelruhe, wie auch zur Herabminderung der Thätigkeit des Nervensystems und Gehirns. Aus beiden Gründen der Ermüdung kann der Schlaf nothwendig werden. Vielleicht handelt es sich bei dem Schlafe um eine Ansammlung ermüdender Stoffe in dem Muskel- wie in dem Nervensystem, welche während der Schlafzeit ausgeschieden werden und vielleicht auch um die Aufspeicherung von Vorrathsstoffen (Glykogen), welche leicht zerlegt werden können. Ein Hungernder fühlt sich auch nach dem Schlafe müde und nicht geneigt zur Thätigkeit; es hat also zum Zustandekommen eines „wohlthätigen“ gesunden Schlafes der Ernährungszustand mitzuwirken und genügt die Hypothese der Ansammlung ermüdender Stoffe nicht.

Häufig unterbrochener Schlaf ersetzt einen ebensolangen ununterbrochenen nicht. Die naturgemäßeste Schlafzeit bleibt die Nacht wegen der fehlenden Sinnenreize, der Dunkelheit und Ruhe.

Wie wir schon früher hervorgehoben haben, erfordert ein erquickender Schlaf eine bequeme Ruhelage, und diese Möglichkeit ist nur bei genügender Bettfläche gegeben.

Die Bluteirculation während des Schlafes ist eine andere als während des Wachens; kräftige Wärmeentziehung durch kaltes Waschen der Haut nach dem Aufstehen begünstigt die Contraction der Hautgefäße und gibt die nöthige Frische zur Tagesarbeit.

Der Einfluss geistiger Arbeit auf den Stoffverbrauch hat sich bis jetzt in genügender Weise nicht feststellen lassen; die Gegensätze im Stoffverbrauch beim Wachen und Schlafen sind, wie oben gesagt, auf Unterschiede in der Muskelthätigkeit zu beziehen.

Die Drüsenthätigkeit.

Eine wichtige, allerdings noch immer nicht genügend erkannte stoffliche Thätigkeit entfalten im Organismus die Drüsen; unzweifelhaft sind sie während der Verdauungszeit in lebhafter Thätigkeit begriffen.

Die Größe der Drüsen steht in einem gewissen Verhältnisse zu der Menge von Nahrungsstoffen, welche aufgenommen werden muss. Kleine Organismen, welche für 1 *kg* Lebendgewicht mehr Stoffe aufnehmen als große Thiere, haben verhältnismäßig mehr Drüsenmasse als letztere.

Die zugeführte Nahrung regt die Drüsen zur Thätigkeit und erhöhtem Stoffverbrauche an; doch braucht deshalb die Menge der gesammten zersetzten Stoffe oder die Wärmeproduction noch nicht zuzunehmen, weil zunächst diese letztere durch eine verminderte Thätigkeit der die Wärme regulierenden Muskeln ausgeglichen werden kann. Schaltet man die Muskeln durch hohe Lufttemperatur vollkommen von der Wärmeregulation aus, dann zeigt sich auch, dass die Anregung zur Stoffzersetzung, welche von der Nahrung ausgeht, eine bedeutende ist. Sie tritt nunmehr deutlich hervor (Rubner).

Die einzelnen Nahrungsstoffe regen die Zersetzung der Drüsen offenbar in ganz verschiedenem Grade an; das Eiweiß am meisten, weniger die Kohlehydrate, am wenigstens das Fett (Rubner). Die Bemessung des Eiweißzusatzes zu den übrigen Nahrungsstoffen hat daher eine hohe Bedeutung.

Nach den dargelegten Thatsachen fällt es im allgemeinen nicht schwer, die Momente, welche auf den Stoff- und Kraftverbrauch von Einfluss sind, übersichtlich zusammenzufassen:

Die Zersetzung ist abhängig von der Eigenart des Zellprotoplasmas, ferner von der Eigentemperatur der Zelle, endlich von gewissen Innervationszuständen.

Die Innervation kann bei der Wärmeregulation oder bei der Arbeitsleistung die Muskelzellen betreffen, bei der Nahrungsaufnahme die Drüsenzellen.

Bei Ruhe wird der Wärmeverlust wie der Stoffverbrauch durch die Oberflächenentwickelung bedingt. Die Nahrungsaufnahme erzeugt erst bei hoher Temperatur wesentliche Steigerung der Wärmeproduction, wie auch die Arbeitsleistung.

Viertes Capitel.

Die Nahrung.

Wir verstehen unter Nahrung ein Gemenge von Nahrungsstoffen zugleich mit gewissen, schmeckenden Bestandtheilen — den Genussmitteln — in solcher Qualität und Quantität, dass der Mensch auf seinem Körperbestande erhalten oder in einen besseren gebracht wird. Wenn aber eine Nahrung nach allen Richtungen befriedigen soll, so müssen mancherlei

Einzelheiten, die sich aus den Gesetzen des Stoffverbrauchs, die wir bis jetzt dargelegt, noch nicht ableiten lassen, berücksichtigt werden.

Die Nahrung muss dem Kraftbedürfnis des Körpers genügen.

Jedes Gemenge der Nahrungszufuhr muss so viel an verbrennlichen Stoffen zuführen, dass dem Bedürfnis nach Kraftzufuhr genügt wird. Die Bestimmung der im einzelnen Falle nothwendigen Menge lässt sich genähert für den Menschen berechnen, wenn man seine Körpergröße kennt; daraus leitet man die Körperoberfläche ab. Für 1 m^2 Körperoberfläche wird an Kraft führenden Stoffen verbraucht bei mittlerer Temperatur (Rubner):

Beim Säugling	1221 Cal.
„ Kind	1447 „
„ Erwachsenen ruhend . .	1189 „
bei mittlerer Arbeit	1399 „
im Alter	1099 „

Man muss jedoch die besonderen Bedingungen der einzelnen Fälle überlegen, bei welcher Temperatur die Menschen sich befinden, welche Bekleidung sie tragen, ob eine schwere oder leichte Arbeit zu leisten ist, welches Schlafbedürfnis vorliegt, wenn man sich ein Urtheil über eine Nahrung im Voraus bilden will. Von all diesen Erwägungen nehmen die meisten Besprechungen der Kost gar keine Notiz, weshalb auch vielfach die größten Irrthümer gang und gäbe sind.

Kennt man alsdann annähernd die Wärmemenge, welche in einem Tage in der Zufuhr geboten werden muss, dann lassen sich die Stoffmengen, mittelst welchen dieser Bedarf gedeckt werden kann, nach den Verbrennungswärmen der Stoffe leicht ableiten. Sei z. B. die im Tage producierte Wärmemenge 2400 Cal., so könnte diese gedeckt werden durch $\frac{2400}{9 \cdot 4}$ *g* Fett, $\frac{2400}{4 \cdot 1}$ *g* Kohlehydrat u. s. w.

Man kann dabei aber nicht willkürlich verfahren, sondern muss die Bedeutung der einzelnen Stoffe erst in Frage ziehen.

Die Nahrung muss dem Stoffbedürfnis gerecht werden.

Die Auswahl der zuzuführenden Nahrungsstoffe muss eine wohl überlegte sein, zumal einerseits der Mensch sich nicht mit beliebigen Nahrungsstoffgemischen erhalten lässt, und andererseits nicht jedes Gemisch als rationell bezeichnet werden kann.

In erster Linie bedarf es unter allen Umständen der Zufuhr von Eiweißstoffen, damit der Körperbestand keine Änderung erleide. Diese Eiweißmenge hängt zunächst von der Größe des Individuums ab, ferner, bei gleichem Körpergewicht, von dem guten oder schlechten Ernährungszustand, d. h. der Entwickelung der Musculatur, von dem Fettgehalt des Körpers, endlich von der gleichzeitigen Zufuhr von Fett, besonders aber auch von Kohlehydraten.

Da im allgemeinen die Eiweißkörper nicht billig zu erlangen sind, spielt die Frage der nothwendigen Eiweißmenge für die Volksernährung eine wichtige Rolle; man will nicht mehr als dringend nothwendig ist, zuführen, damit keinerlei Verschwendung von Eiweißstoffen stattfindet.

Man hat diese Frage damit zu lösen gesucht, dass man ausfindig zu machen sich bemühte, ob etwa die eiweißhaltigen Stoffe in einem gewissen und gleichbleibenden Verhältnis zu den stickstofffreien Stoffen ständen. Berechnungen dieser Art, welche vielfach angestellt worden sind, konnten zu einem brauchbaren Resultate nicht führen, ehe man nicht die Vertretungswerte der Nahrungsstoffe kannte. Da die stickstoffreien Stoffe Fett und Kohlehydrate um über das Doppelte an ihrem Werte (für gleiche Gewichtsmengen) verschieden sind, war das Ergebnis des Verhältnisses von stickstoffhaltigen und stickstoffreien Stoffen ein ganz verschiedenes, je nachdem Fette oder Kohlehydrate verzehrt wurden. Trotzdem konnte aber sachlich der Effect derselbe sein.

Zur Beurtheilung der Kost hat man nach dem Vorgange Rubner's die calorischen Äquivalente zu Grunde zu legen; man hat zu berechnen, wie viel von der gesammten, mit der Nahrung zugeführten Verbrennungswärme auf die Eiweißkörper, wie viel auf das Fett, wie viel auf die Kohlehydrate trifft, entweder ausgedrückt in Procenten oder berechnet auf eine Verhältniszahl zwischen stickstoffhaltigen und stickstoffreien Stoffen. Ersteres ist vorzuziehen.

Wir müssen hier aber von vornherein nochmals hervorheben, dass man nicht erwarten kann, unter allen Umständen gleichbleibende Verhältnisse zwischen stickstoffhaltigen und stickstoffreien Stoffen zu finden, weil:

1. wir schon gesehen haben, dass die Arbeit einseitig den Verbrauch von stickstoffreien Stoffen vermehrt,

2. weil die Art der zugeführten stickstoffreien Stoffe, speciell die Zufuhr der Kohlehydrate auf den Eiweißbedarf einwirkt.

Man hat bei Menschen, welche frei in der Wahl ihrer Kost waren und normale Gesundheit hatten, mancherlei Beobachtungen über den Verbrauch der einzelnen Nahrungsstoffe angestellt. Nach Versuchen von Voit, Forster, Cammerer u. A. hat Rubner folgende Werte berechnet:

	Es machen aus in Procenten: die Eiweißstoffe	die Fette	die Kohlehydrate
Beim Säugling	18·7	52·9	28·4
„ Kind	16·6	31·7	51·6
Erwachsener bei mittlerer Arbeit . . .	16·7	16·3	66·9
„ „ schwerer „ . . .	8·3	38·7	52·8
beim Greise	17·4	21·8	60·7

Im Allgemeinen stehen demnach stickstoffreie und Eiweißstoffe in der Kost des Menschen bei Ruhe und mittlerer Arbeit in einem sehr constanten Verhältnisse denn der Wärmewert der Eiweißstoffe schwankt vom Säugling zum Greise nur zwischen 16·7 und 17·4 Procent der gesammten Zufuhr. Nur bei schwerster Arbeit sehen wir unter dem stark vermehrten Verbrauch stickstoffreier Stoffe den

Procentgehalt an Eiweiß herabgedrückt, während der absolute Bedarf an Eiweiß nicht vermindert ist.

Ja selbst wenn man die Nahrung der fast ausschließlich von Vegetabilien lebenden Japaner überblickt, gelangt man zu denselben Verhältniszahlen für das Eiweiß:

	Wärme aus Eiweiß
Japaner bei einer aus Animalien und Vegetabilien gemischten Kost	17·2 Procent
Japaner bei ausschließlich vegetabilischer Kost	15·5 „ (Voit).

In allen Zonen und bei verschiedenen Menschenracen, und bei den verschiedenartigsten Sitten und Gewohnheiten fördert der Nahrungstrieb sehr Einheitliches zu Tage; die Zusammensetzung der Kost ist eine äußerst gleichmäßige.

Es gibt aber exceptionelle Verhältnisse, unter denen auch bei anderen Nährstoffverhältnissen durch Aufnahme großer Mengen von Kohlehydraten die Erhaltung des Individuums möglich, wobei zugleich der Eiweißbedarf stark herabgedrückt wird, so z. B. bei der reinen Vegetarianerkost oder der Kartoffelernährung; im ersteren Falle kann die Verbrennungswärme aus Eiweiß nur mehr 9 Procent, im letzteren Falle sogar nur 7·9 Procent betragen.

Wie es nun nicht gleichgiltig ist, auf welche Art das Eiweiß in der Kost vertheilt ist, so muss auch auf die Verhältniszahlen von Fett und Kohlehydraten geachtet werden. Wir sehen die Menge des Fettes in der Kost stets dann wachsen, wenn der Körper verhältnismäßig sehr viel an verbrennlichen Stoffen braucht. Aus diesem Grunde auch bei Einwirkung höherer Kältegrade. Das Fett ist der concentrierteste Nahrungsstoff, den wir kennen; er versieht also auch leicht die genannten Zwecke.

Ein großer Verbrauch von Stoffen findet bei dem Kinde statt, dessen Lebensenergie eine sehr große ist; daher machen die Fette über die Hälfte der Kraftzufuhr aus. Groß ist der Verbrauch bei schwerer Arbeit, der Fettverbrauch steigt bis fast auf 40 Procent.

Unter allen Umständen decken wir einen wesentlichen Theil unseres Kraftverbrauchs — bis zu zwei Dritteln — durch die Zufuhr von Kohlehydraten.

Nach dem Dargelegten und dem, was im vorhergehenden Abschnitt über die Gesammtmenge der zuzuführenden Stoffe gesagt wurde, kann es nicht schwer fallen, sich eine allgemeine Vorstellung von dem Stoffbedürfnis an Eiweiß, Fetten und Kohlehydraten unter bestimmten Verhältnissen zu machen.

Die Nahrung erfordert auch eine bestimmte Zufuhr der anorganischen Nahrungsstoffe und des Wassers. Fast durchwegs werden mit den Nahrungsmitteln und dem Wasser so reichlich Salze aufgenommen, dass eine besondere Regelung dieser Bedürfnisse nicht vorliegt.

Die Nahrung soll ein zu großes Volumen vermeiden.

Die Nahrungsmittel bieten uns die Nahrungsstoffe in sehr verschiedener Concentration; 1 *g* Fett enthält ebensoviel an verbrennlicher Substanz als 14 *g* Milch oder 9·8 *g* Fleisch. Noch wesentlich verschiedener hiervon sind die gekochten Speisen. Suppen haben meist nur eine Trockensubstanz von 7 bis 10 Procent, Gemüse eine solche von 12 bis 16 Procent, die zu Brei verarbeiteten Kartoffel, Erbsen und Bohnen 20 bis 30 Procent; ihr Verbrennungswert ist daher, weil sie reichlich mit Wasser gemengt sind, ein sehr verschiedenartiger und meist geringer.

Man hat namentlich bei Zufuhr von Vegetabilien darauf zu achten, dass ein übermäßiges Volumen der Kost vermieden bleibe. Das beste Corrigens für wenig concentrierte Kost ist das Fett, da es wasserfrei aufgenommen wird und doppelt so viel Verbrennungswärme als Eiweißstoffe und Kohlehydrate besitzt. Ein häufiger Genuss voluminöser Kost dehnt die Magenwandungen stark aus, die Muskelfasern des Magens verlieren ihre Spannkraft. Die Speisen bleiben dann lange im Magen liegen. Dyspepsien und andere Beschwerden treten infolge davon auf. Ist Jemand an voluminöse Kost gewöhnt, so hat er intensives Hungergefühl, trotz Zufuhr einer genügenden Menge von Nahrungsstoffen, solange der Magen den gewöhnlichen Füllungsgrad nicht erreicht.

Ähnlich wie eine zu geringe Concentration der Kost wirkt die allzureichliche Flüssigkeitsaufnahme. Freilich ist eine zu hochgradige Trockenheit der Kost gleichfalls von Übel, weil die zur Einfeuchtung der zu kauenden Speisen nothwendige Thätigkeit der Speicheldrüsen sehr leicht erschöpft wird (Tuczek).

Die Ausnutzung der Nahrung.

Von den Speisen, die wir in unseren Körper einführen, muss verlangt werden, dass sie aus dem Darmcanale zur Resorption gelangen; denn nur dann haben sie für Ernährungszwecke eine Bedeutung. Wir nennen den Grad, in welchem die Nahrungsmittel resorbiert werden, ihre Ausnutzbarkeit.

Die Frage der Ausnutzung hat die allergrößte Bedeutung für Alle, welche mit der Verköstigung, sei es von Einzelnen oder von Massen, zu thun haben; sie bestimmt in vielen Fällen den ganzen Nährerfolg. Die Ausnutzbarkeit wird vielfach mit anderen Eigenthümlichkeiten der Nahrungsmittel zusammengeworfen und missverstanden.

Bei Einführung von Speisen in den Magen werden nicht selten besondere, bisweilen sehr störende Empfindungen erregt: Drücken oder Unbehagen, Übelkeit, Erbrechen. Es gibt da bei den einzelnen Menschen die allermannigfachsten Unterschiede. Diese Empfindungen besagen gar nichts über die Aufnahmsfähigkeit der Speisen; haben die letzteren den Pförtner passiert, so kann nach recht unangenehmen Prodromalerscheinungen doch noch die Resorption erfolgen, oder es kann trotz normalen Empfindens des Magens eine Substanz nahezu unresorbiert durch den Darm hindurchgehen. Zwei Beispiele mögen dies erläutern.

Man bemerkt nicht selten nach Aufnahme von Milch Magenbeschwerden; trotzdem kann man in solchen Fällen eine gute Resorption der Milch nachweisen. Schwächlichen Personen wird Gehirn als Speise verordnet, weil man sich der Meinung hingibt, es müsse dieses vorzüglich aufgenommen werden. Es verhält sich aber nicht so; die genannte Speise gehört zu den im Darmcanal am allerschlechtesten aufgenommenen.

Wir wollen die bei Aufnahme in den Magen hervortretenden Empfindungen und Symptome nach Voit als Ertragbarkeit der Speisen bezeichnen; sie hat mit der Resorbierbarkeit (Verdaulichkeit), d. h. Ausnutzbarkeit, nichts gemein. Unter Ausnutzbarkeit verstehen wir, wie viel von den Nahrungsmitteln bei dem Durchgange durch den ganzen Verdauungsapparat resorbiert wird.

Über die Ausnutzbarkeit kann uns einzig und allein der directe Versuch am Menschen Auskunft geben; sie stellt den Erfolg der Einwirkung des gesammten Darmrohres dar. Proben künstlicher Verdauung mit Magensaft oder die Beobachtungen an Menschen mit Magenfisteln, denen man Speisen in den Magen bringt, um die Zeit der Resorption zu bestimmen, haben keinerlei Wert zur Beurtheilung der Ausnutzbarkeit.

Zu dem Zwecke solcher Versuche wird die zu untersuchende Speise mehrere Tage (etwa drei) aufgenommen. Sie wird genau auf ihre Zusammensetzung untersucht. Um den Koth zu erhalten, welcher der betreffenden Speise zugehört, soll einen Tag vor und einen Tag nach der betreffenden eigentlichen Versuchszeit eine mäßige Menge Milch aufgenommen werden (1500 cm^3 für den Tag); der entstehende Milchkoth ist hart, weiß, und grenzt den Versuchskoth leicht ab. Letzterer wird dann genau analysiert. Man erfährt durch Vergleichung der Einnahme und Ausgabe, wie viel von der aufgenommenen Speise ausgenutzt oder verdaut worden ist.

Der Koth enthält häufig nur Reste der Verdauungssäfte, und keineswegs jedesmal Bestandtheile der Nahrungsmittel. Bei Vegetabilien findet man wohl häufiger Pflanzenzellen, Spiralgefäße, Stärkekörnchen.

Bindegewebe bleibt nicht selten unzerlegt, so z. B. bei der Aufnahme von Speck. Bakterien aller Art sind reichlich vorhanden. Außer Mucin und Eiweißstoff trifft man Fette, Fettsäure, Seifen (Kalk und Magnesia), Cholestearin, niedere Fettsäuren, Buttersäure, Reste von Gallensäuren u. s. w.

Es hat sich nun bei solchen Versuchen, welche in größter Zahl durch den Verfasser ausgeführt worden sind, ergeben, dass die Ausnutzbarkeit der Speisen eine höchst ungleiche ist.

Es wurde nicht resorbiert in Procenten:

	Von der Trockensubstanz	vom Eiweiß	vom Fett	von den Kohlehydraten
Fleisch	5·3	2·6	—	—
Eier	5·2	2·6	—	—
Milch	8·8	7·1	—	—
Milch und Käse .	6·4	3·8	—	—
Erbsen	9·1	17·5	—	3·6
Eiweißreiche Maccaroni . . .	5·7	11·2	—	2·3
Brot aus feinstem Mehl	4·0	20·0	—	1·1

	Von der Trockensubstanz	vom Eiweiß	vom Fett	von den Kohlehydraten
Brot aus gröberer Sorte	6·7	24·6	—	2·6
Kleienbrot . . .	12·2	30·5	—	7·4
Mais	6·7	15·5	—	3·2
Reis	4·1	20·4	—	0·9
Wirsing	14·9	18·5	—	15·4
Gelbe Rüben . .	20·7	39·0	—	18·2
Kartoffeln . . .	9·4	32·2	.	7·6

Die Resultate decken sich keineswegs mit den bisherigen, auf die sogenannte Erfahrung gegründeten Anschauungen. Manches Nahrungsmittel, von welchem man eine gute Ausnutzbarkeit voraussetzte, wird schlecht, und manches, von dem man schlechte Ausnutzung voraussetzte, gut im Darm aufgenommen. Wir werden bei dem Capitel Nahrungsmittel jedesmal auf die bis jetzt vorliegenden Ausnutzungsversuche zurückkommen.

Gut werden aufgenommen die animalischen Nahrungsmittel, das Fleisch, die Eier, die Milch; deren Eiweiß gelangt bis auf wenige Procente zur Aufnahme. Rubner hat selbst bei den großen Mengen von 1500 *g* Fleisch im Tage dasselbe bis auf 2·6 Procent resorbiert. Auch die thierischen Fette werden in sehr hohem Grade ausgenutzt; bei 100 bis 200 *g* im Tage gehen nur 3 bis 5 Procent mit dem Kothe ab. Die maximalste Menge resorbierten Fettes betrug nicht weniger als 316 *g* für den Tag bei einem Verlust von 12·7 Procent. Die freiliegenden Fette, wie Butterschmalz, Olivenöl etc., werden besser ausgenutzt als der Speck, dessen Fett in Bindegewebshüllen eingeschlossen ist.

Bei den Vegetabilien macht sich insoferne ein wesentlicher Unterschied bemerkbar, als die Resorption des Eiweißes sehr zu wünschen übrig lässt; es kommen Verluste von 43.9 Procente vor. Das ist aber nicht etwa auf die chemische Natur des Pflanzeneiweißes zurückzuführen, sondern auf die eigenthümliche Art des Vorkommens von Pflanzeneiweiß. Das letztere ist vielfach in Zellhüllen eingeschlossen, welche für die Verdauungssäfte nicht durchgängig sind, weil deren Fermente größtentheils nicht diffundieren. Vermehrt man den Eiweißgehalt der Vegetabilien durch Zusatz eines freien vegetabilischen Eiweißes, z. B. Kleber, der bei der Stärkefabrication abfällt, so wird dieses Eiweiß kaum wesentlich schlechter als das thierische resorbiert (Rubner, Constantinidi).

Sehr gut werden meist die in den Pflanzen reichlich vorhandenen Kohlehydrate ausgenutzt, wenn man von der Cellulose absieht, die nur im unverholzten Zustande, wie sie in manchen jungen Gemüsen vorkommt, für den Menschen theilweise resorbierbar ist. Cellulosearme Gemenge von Kohlehydraten werden bis auf 0·9 Procent verwertet. Die pflanzlichen Fette, welche vielfach freie Fettsäuren enthalten, werden ebensoleicht aufgenommen wie die thierischen.

Bisweilen kann auf die Ausnutzbarkeit auch eine intensive Gährung und der dadurch bedingte rasche Hindurchtritt der Speisen durch den Darm von Einfluss sein. Sehr leicht entsteht bei ausschließlicher Brotfütterung eine intensive Buttersäuregährung in dem Darme. Dies geschieht sowohl bei Genuss von Brot aus feinem Mehl,

viel häufiger aber noch bei Bauernbrot. Die Buttersäuregährung ist so intensiv, dass alle übrigen Gährungsvorgänge beseitigt werden. Die Indigoausscheidung im Harn, die auf die Einwirkung von Fäulnispilzen auf Eiweiß zurückgeführt werden muss, wird völlig unterdrückt (Rubner).

Derartige Gährungen schaffen hochgradige Belästigung durch Flatulenz, aber auch der Durchtritt durch den Darmcanal wird beschleunigt und in manchen Fällen die Ausnutzung geändert; endlich können die Stühle so reichlich und profus werden, dass es zu einem wirklichen Darmkatarrh kommt. Die freie Säuremenge des Kothes ist wesentlich erhöht, im Tage treten bis zu 4·2 *g* Buttersäure aus (Rubner).

In manchen Fällen kann die Rauheit der einzelnen Partikelchen einer Speise für die Ausnutzung von Bedeutung sein (Hofmann), doch wirken keineswegs alle festen Partikelchen beschleunigend auf den Durchtritt durch den Darm. Durch Kleiezusatz zu Brot wird die Resorptionszeit keineswegs abgekürzt (Rubner).

Nicht ohne Interesse ist es, bei einigen Fällen kennen zu lernen, wie lange sich im Durchschnitt die Speisen in unserem Darmcanal aufzuhalten pflegen. Einige Gemüse, welche schlecht aufnehmbar sind, erscheinen schon etwa vier Stunden nach der Aufnahme in dem Kothe, z. B. die gelben Rüben; die Gebäcke aus Mehl verbleiben sehr lange im Darmcanal, während 19 bis 31 Stunden. Dabei ist keineswegs etwa Obstipation und harter Koth vorhanden. Rasch durchwandert das Schwarzbrot, das eine intensiv gährende Masse liefert, den Darm, nämlich in 14 Stunden. Kleiehaltiges Brot war erst nach 27 Stunden durch den Darm gewandert, Maccaroni, Spätzel und die Kartoffeln in 19 bis 26 Stunden. Sehr lange Zeit dagegen blieben die Animalien im Darme, da ihre Resorption eine sehr günstige ist.

Die Art der Zubereitung der Speisen hat nach den bis jetzt vorliegenden und untersuchten Fällen kaum so hervorragenden Einfluss auf die Ausnutzung als man denkt, da es sich vielfach nur um geringe, durch die Kochkunst bedingte Verschiedenheiten handelt. So ist es z. B. gleichgiltig, ob wir feines Mehl als Brot aufnehmen oder als Mehlspeise, oder in der Form von Maccaroni u. s. w. Dagegen dürfte es bei Kartoffeln nicht gleichgiltig sein, ob man sie als Gemüse oder ob man sie in Breiform verzehrt. Letztere scheint leichter aufnehmbar. Die Bedeutung der Kochkunst besteht in vielen Fällen darin, dass den Speisen ein verschiedenes Äußere und verschiedener Geschmack gegeben wird. Wird bei dem Kochen aber z. B. rohe Stärke in leicht lösliche Form übergeführt (Kleister), so hat dies gewiss Nutzen für den Körper.

In ganz gewaltigem Masse wird von Manchem der sogenannte individuelle Einfluss überschätzt. Man hat bis jetzt bei Gesunden wesentliche Verschiedenheiten der Ausnützung nicht nachweisen können. Man muss da strengstens auseinanderhalten zwischen den Empfindungen, welche manche Personen haben, wenn sie Speisen aufnehmen, zwischen der Ertragbarkeit, wie wir dies genannt haben, und der Ausnutzung. Es wird kaum ein Gebiet geben, auf welchem so viele Idiosynkrasien bestehen, wie bezüglich der Ertragbarkeit. Nur schwer wäre es, jedesmal klarzulegen, woher diese rühren; zum großen Theil sind sie anerzogen. Jedes Land hat seine besondere Küche und Idiosynkrasien. Es tragen zu solchen Besonderheiten vielfach irrthümliche Belehrungen

bei; nicht den kleinsten Antheil haben hieran die sogenannten populären Schriften und praktischen Rathgeber aller Art.

Sieht man von den Affectionen des Magens ab und betrachtet die Ausnutzung, also das, was ohne unsere Willenseinwirkung verläuft, so ist man erstaunt über die Regelmäßigkeit des Verlaufes. Ob wir die Speise mit Appetit oder ohne solchen genießen, die Ausnutzung bleibt die gleiche; auch wenn man verschiedene Individuen mit der gleichen Speiseaufnahme leben lässt, zeigen sich keine außerhalb der Grenzen der Methodik und Untersuchung liegenden Verschiedenheiten. Die Ausführung der Versuche erfordert große Gewissenhaftigkeit der Versuchsperson und Erfahrung in der Deutung der Resultate.

Sehr bezeichnend für die individuell geringe Beeinflussung sind die Versuche, welche z. B. mit Reis angestellt wurden. Rubner hat in Selbstversuchen sowohl die Ausnutzung des Reises als auch des Maises bestimmt. B. Scheube jene bei Japanern, deren Hauptspeisen fast immer aus Reis hergestellt werden, ohne dass sich dabei ein wesentlicher Unterschied gezeigt hätte. K. Osawa hat gleichfalls Japaner auf die Ausnutzung des Reises, den sie fast ausschließlich genießen, untersucht. Die Zahlen desselben sind fast vollkommen identisch mit jenen, welche Rubner gewonnen hat.

Es wurden verdaut in Prozenten:

	Feste Theile	Eiweiß
Rubner	96	80
Japaner	97	79

Es findet also nicht einmal durch die Gewöhnung, die sich in den verschiedenen Sitten eines Volkes ausgeprägt hat, eine Accomodation des Darmes und seiner Resorptionskraft an eine bestimmte Kost statt.

Von Erwin Voit wurde die Ausnutzung eines langjährigen Vegetarianers verglichen mit der Ausnutzung der Versuchsperson, an welcher Verfasser die Mehrzahl seiner Untersuchungen angestellt hat und welche sonst von gemischter Kost lebte, ohne dass sich ein Unterschied hätte zeigen lassen.

Ein Theil des in den Ausscheidungen auftretenden Stickstoffes rührt nicht von unresorbiert gebliebenem Eiweiß her, sondern von den Darmsäften, welche offenbar bei Einführung der Kost in vermehrtem Maßstabe sich bilden. Auch bei der Einführung stickstoffreier Kost enthält der Koth Stickstoff (Rubner, Rieder). Es ist wahrscheinlich, dass der bei animalischer Kost so geringe Stickstoffgehalt des Kothes nahezu ganz als Rest der Verdauungssäfte aufzufassen ist. Für die Betrachtung der Ausnutzung bleibt es aber gleichgiltig, ob von dem Eiweiß nicht alles resorbiert wird, oder ob die Nahrungsmittel eine erhöhte Anforderung an die Erzeugung der Verdauungssäfte stellen, wobei eine große Menge Eiweiß in letzteren zersetzt, also auch wieder ersetzt werden muss. Ja, da man annehmen muss, es werde wohl mehr an Eiweiss zerstört, als gerade dem mit dem Koth austretenden Stickstoff entspricht, könnten wir eher noch die Eiweißresorption zu günstig, denn ungünstig berechnen.

Äußerst interessant ist die Beeinflussung der Resorption des einen Nahrungsmittels durch ein anderes. Durch Fettzugabe wird die Ausnutzung der Kohlehydrate etwas herabgesetzt; ebenso kann die Ascheausscheidung mit dem Koth bei reichlicher Fettzufuhr bedeutender werden. Die Eiweißausnutzung scheint durch die Zugabe von Fett nicht beeinflusst zu werden. Brotzugabe zu Fleisch vermin-

dert die Resorption des letzteren. Käse erhöht die Resorption der Milch um ein Bedeutendes (Rubner), eine Thatsache, welche von Malfatti für die Ausnutzung des Maises bestätigt ist.

Die von Bunge aufgestellte Behauptung, dass ein mäßiger Genuss von Bier oder Wein die Ausnutzung beeinflusse, ist eine rein willkürliche und wird, wie wir später noch besprechen werden, durch directe Versuche widerlegt. Mäßige Mengen Alkohol haben einerseits weder Einfluss auf die Resorption der Stoffe, soweit es von praktischer Bedeutung ist, andererseits findet auch keinerlei chronische Einwirkung auf das Resorptionsvermögen des Verdauungscanals statt.

Die Genussmittel.

Wollte man versuchen, aus einfachen Nahrungsstoffen eine Kost zusammenzusetzen, so wird man damit ein Gemenge erhalten, das keinem Menschen auf die Dauer mundet.

In unserer Kost sind neben den Nahrungsstoffen, die einen reellen Wert besitzen, noch andere Stoffe als Begleiter der Nahrungsstoffe vorhanden, welche uns zum Genuss anregen, weshalb wir sie Genussmittel heißen. Auch die Kost des ärmsten Mannes kann der Genussmittel nicht entbehren. Sehr vielen Nahrungsmitteln gibt nicht ihr Gehalt an Eiweiß, Fett oder Kohlehydrat ihren Geldwert, den sie besitzen, sondern diese gewissen schmackhaften Bestandtheile.

Die Genussmittel selbst wirken bei dem eigentlichen Ernährungsprocess nicht mit, sondern erleichtern nur die Aufnahme der Speisen. Sie sind Lockmittel, welche uns anziehen, und welche uns auf die Nahrungsstoffe aufmerksam machen. Der Fleischextract ist ein Genussmittel. Das Fleisch wird aber beim Hunde ebenso ausgenutzt, ob man die Fleischextractivstoffe mitfüttert oder nicht, und der Fleischextract, selbst wenn er in großen Mengen einem Thiere verabreicht wird, lässt den Stoffverbrauch ganz unverändert und tritt größtentheils ungeändert in dem Harn aus; ebenso kennen wir von Kaffee, Thee oder Wein keine nennenswerthe Beeinflussung des Stoffverbrauchs.

Die Genussmittel beeinflussen die Ernährung durch ihre Wirkung auf das Nervensystem. Die schmeckenden und riechenden Substanzen, welche die Nahrungsstoffe mit sich führen, sind sehr wesentliche Beigaben, sie entstehen häufig erst gewissermaßen aus den Rohstoffen. Das Fleisch hat roh einen wenigen zusagenden Geruch. Der angenehme Geruch entsteht erst durch Erwärmen des Fleisches auf eine höhere Temperatur, beim Kochen und Braten durch Zersetzung von Extractivstoffen. Der Mehlteig ist ohneweiters ungenießbar, er nimmt erst beim Backen zu Brot den stets Appetit erregenden Geruch an und schmeckt gut, wenn durch die Hitze Zersetzungen in der Substanz der Kruste vor sich gegangen sind. Die Eier ändern beim Erwärmen Geruch und Geschmack und werden wohlschmeckender. Die Zubereitung der Speisen ist oft eine äußerst complicierte, ehe ihnen ein bestimmter und begehrter Wohlgeschmack verliehen wird; so wirken bei den nach Wildpretart bereiteten Speisen erst niedere Organismen ein und auf das geschmacklose Casein Bacterien, ehe das fertige Pro-

duct, der Käse, entsteht. Die Gährungspilze schaffen aus dem Traubensaft und der Gerstenabkochung Wein und Bier, und das ganze Heer von Gewürzen, welches die Kochkunst verwendet, dient als Genussmittel. Im Gegensatz hierzu gelingt es bei manchen Nahrungsmitteln, welche hohen Wert besitzen, wie die Leguminosen, nicht, ihnen den wenig angenehmen Beigeschmack zu nehmen und sie so für größere Kreise genießbar zu machen.

Zwar kann eine asketisch angelegte Natur sich mancherlei Entbehrungen auferlegen und auch mit geringen Genussmitteln auskommen, weil ihr der Gedanke asketischer Übungen Befriedigung verschafft; der Hungernde genießt mancherlei, selbst Ekelerregendes; wenn man aber daraus einen allgemeinen Verzicht auf jedes Genussmittel ableiten wollte, so würde dieser mitunter ebenso wirken, wie eine Nahrungsstoffentziehung. Die hohe Entwicklungsstufe eines Volkes prägt sich keineswegs in dem Verzicht auf die Genussmittel aus, im Gegentheil immer in einer Verfeinerung des Geschmacksinns und Geruchssinns. Die Befriedigung eines Naturtriebes, welche ohne jedwede Verfeinerung der Empfindungen direct erstrebt wird, nennen wir roh. Es verhält sich bei der Befriedigung des Nahrungstriebes nicht anders als bei jener des Geschlechtstriebes.

Geht man den Eingriffen der Genussmittel auf die Lebensprocesse etwas nach, so lassen sich doch gewisse, für das Ernährungsgeschäft bedeutende Wirkungen erkennen; bei manchen, welche dem Geschmacks- und Geruchsorgan wahrnehmbar werden, pflegt Einem der Mund wässerig zu werden, d. h. die Speicheldrüsen beginnen zu secernieren; bei einem Hunde mit Magenfistel, dem wir ein Stück Fleisch vorhalten, können wir eine Secretion des Magensaftes eintreten sehen. Das sind also mächtige nervöse Einflüsse, denen wir hier begegnen, welche den aufzunehmenden Speisen den Weg vorzubereiten bestimmt sind.

Nicht unwesentlich ist die Temperatur bei manchen Genussmitteln; warme Fleischspeisen behagen besser, weil mit den Dämpfen auch mehr riechende Stoffe sich verbreiten. Die warme Fleischbrühe wirkt auch durch die dem Körper zugeführte Wärme besonders auf den Magen und von hier auf das Speisebedürfnis ein. Dem Reconvalescenten, dem Übermüdeten erwächst durch sie der Appetit aufs neue.

In ähnlicher Weise wie die Fleischbrühe verhalten sich auch die Extracte mancher anderer Organe, wie Leber, Milz. Unter der Pflanzenkost haben wir gleichfalls eine große Menge von Genussmitteln; es sei nur an die verschiedenen Gewürze: Pfeffer, Senf, Zimmt, Muscatnuss, Vanille, Kümmel, Anis, Gewürznelken, Suppenkräuter und an die Brotkruste erinnert, welch letztere so wirksam ist, dass wir sie jeden Tag genießen können.

Fast überall sehen wir bei den Völkern ein oder mehrere sogenannte allgemeine Genussmittel im Gebrauch, wie den Alkohol und Wein, das Bier und alkaloidhaltige Substanzen, z. B. den Kaffee, Thee, Cacao, Chocolade, Tabak, Coca (Näheres siehe unter Genussmitteln).

Die Genussmittel richtig zu verwenden, ist äußerst schwierig; sollen sie ihren Zweck nicht verfehlen, so müssen sie in richtiger Reihenfolge einander ablösen.

Zu den Genussmitteln im weitesten Sinne dürfen auch manche Sinneseindrücke und die von diesen erregten psychischen Anregungen gezählt werden. Die „Stimmung" des Menschen ist ein äußerst wesentliches Moment für geregelte Speiseaufnahme; Ärger, Zorn, Kummer unterdrücken den Appetit und schwächen den Effect von Genussmitteln; Freude, ruhige Gemüthsstimmung würzen ein einfaches Mahl.

Appetit und Ekel lassen sich nicht zum geringsten Theil durch den Einfluss einer Reihe von Nebenumständen unserer Umgebung hervorrufen.

In erster Linie sollen die Speisen in allen Beziehungen den Eindruck der Reinlichkeit der Zubereitung nicht vermissen lassen; es muss dass Essgeschirr den gleichen Forderungen genügen. Die Luft eines Speiseraumes soll kühl und rein sein, möglichst frei von Kochdunst; ein Speiseraum soll hell sein, um den Grad der Reinheit der Speisen genügend beurtheilen zu können.

Leider denkt heutzutage noch Niemand an eine Beeinflussung und Verbesserung der geradezu oft schauerlichen Locale und Küchen von Volksspeiseanstalten, obschon gerade in solchen, die mannigfachsten Gefahren für die Verbreitung von Krankheiten bestehen, und außerdem den Frequentierenden ein Theil der Essenslust vorweg genommen wird.

Während des Essens sollen keinerlei drückende Empfindungen auf uns einwirken; der Arbeiter darf nicht in dem Raume essen, in welchem er arbeitet, so wenig der Beamte in dem Bureau die Speisen aufzunehmen gewillt ist. Alles, was die angenehme Stimmung zu heben im Stande ist, kann Platz in einem Essraum finden.

Die Monotonie der Kost.

Eine gefährliche Klippe in der Ernährung und Verköstigung bildet die Monotonie einer Kost. Wir verlangen nicht nur nach genussmittelhaltigen Speisen, sondern auch noch eine gehörige Abwechslung in denselben. Wer jeden Tag dieselbe Kost aufnehmen soll, bekommt Ekel und Widerwillen, die dann Monate und Jahre anhalten können. Dieser Abwechslungstrieb ist einer der wichtigsten Wächter für die normale Zusammensetzung unseres Körpers.

Selbst eine allzugleiche Consistenz der Speisen vermeiden wir; man kann nicht jeden Tag breiige Substanzen auftischen, oder nicht jeden Tag solche, an denen es viel zu kauen gibt.

Die Lust nach Abwechslung macht sich dann auch geltend in der Tageseintheilung; wir genießen des Morgens etwas Anderes als des Mittags, und Mittags etwas Anderes als des Abends. Außerdem sollen die einzelnen Speisen getrennt serviert werden, nicht das Fleisch im Gemüse u. s. w., damit jede mit ihrer besonderen Anregung zur Geltung kommen kann.

Die Abneigung gegen monotone Kost hat ihre weitere Berechtigung noch darin, dass gleichmäßige Kost — namentlich vegetabilische — häufig zu Darmbeschwerden Veranlassung gibt. Es bilden sich Gährungsprocesse aus, welche immer lebhafter werden, insoferne, als jeder nach-

folgende Darminhalt an den Wandungen bereits jene Keime vorfindet, welche unter den gegebenen Bedingungen am besten sich entwickeln. Dadurch werden die Gährungen immer lebhafter, bis es zur wirklichen Erkrankung des Darmes kommt.

Temperatur der Speisen.

Im allgemeinen pflegen wir auch einen gewissen Wert auf warme Speisen zu legen, obschon man gewiss auch ohne solche existieren kann. Wenigstens bei zwei Mahlzeiten wird Warmes aufgenommen, beim Frühstück und Mittagessen. Worin dieses Bedürfnis nach Wärme seinen Grund findet, ist nicht genügend aufgeklärt. Vielleicht dass häufig des Morgens die Aufzehrung der in den Säften vorhandenen Nahrungsstoffe das Bedürfnis nach Wärme aufdrängt, da wir bei beginnender Inanition leicht zu frösteln beginnen; des Mittags jedoch scheint die Wärme ein Genussmittel, welche den Darm zur Aufnahme der Speisen tauglich macht, zu sein.

In manchen Fällen hat die Wärme die Aufgabe, die Fette flüssig zu erhalten; bringt man in den Körper nicht geschmolzene Fette, so gehen letztere vollkommen unausgenutzt wieder weg (Arnschink). Außerdem aber erzeugt das auf der Zunge oder der Mundschleimhaut gerinnende Fett einen höchst unangenehmen, den Geschmack benehmenden Überzug und Verringerung des Tastgefühles.

Beachtung verdient, dass die Temperatur der eingeführten Speisen nicht zu hoch sei, weil dadurch Schädigungen hervorgerufen werden können. Einerseits leidet der Geschmack der Speisen, andererseits sollen Magenerkrankungen, vielleicht auch Ulcus chronicum, erzeugt werden können.

Die mit Speisen und Getränken eingeführte Wärme ist für die kurze Zeit, innerhalb welcher sie wirksam wird, eine sehr bedeutende, so dass es zur Schweißbildung kommen kann; die Vermehrung der Pulszahl, welche Jeder leicht constatieren wird, ist eine Folge der Erhöhung der Körpertemperatur. Speisen über 55° einzuführen, soll vermieden werden (Späth).

Warme Speisen sind aber nicht im Stande, durch die Wärmezufuhr etwa den Stoffverbrauch herabzusetzen.

Zu jeder Zeit, besonders aber während der wärmeren Jahreszeit, besteht auch das Bedürfnis, die Getränke kühl aufzunehmen. In der That vermögen wir dadurch eine kurzdauernde Herabsetzung der Tempertur des Körpers zu erzeugen, mit gleichzeitigem Sinken der Pulszahl (Winternitz). Das Trinkwasser soll stets so niedrig temperiert sein, dass es durch Kühlung uns Genuss verschaffen kann.

Rascher Wechsel von Kalt und Warm erzeugt ein Rissigwerden des Zahnschmelzes und Verderb der Zähne.

Der Vegetarianismus.

Zur Bestreitung der Ernährung steht uns die reichliche Auswahl der animalischen wie vegetabilischen Nahrungsmittel zu Gebote.

Während man noch nie die Forderung gestellt hat, nur von Fleisch, Eiern, Milch u. s. w., d. h. von Animalien allein zu leben, hat man in neuester Zeit als Ausklang einer in England begonnenen Agitation die Forderung erhoben, die Nahrungsmittel sollten dem Pflanzenreiche allein entnommen werden und solche thierischen Ursprungs ganz vermieden bleiben. Die Vertreter dieser in Laienkreisen verbreiteten Lehre nennt man Vegetarianer; es gibt auch eine etwas mildere Richtung derselben, welche von den Animalien die Milch und Milchproducte, sowie Eier für zulässig hält.

Die strengere Richtung der Vegetarianer macht gegen den Genuss von Thierbestandtheilen geltend, dass mit letzteren Krankheiten — Finnen, Trichinen, Bandwürmer, Milzbrand u. s. w. übertragen werden, und dass der Fleischgenuss Gicht und Scorbut erzeuge. Faulendes Fleisch habe durch ptomaïnähnliche Stoffe mancherlei Unglücksfälle hervorgerufen. Dem gegenüber kann geltend gemacht werden, dass sich ein großer Theil dieser Gefahren durch das Kochen des Fleisches ganz vermeiden lässt, ferner, dass Milzbrand durchaus nicht beim Essen, sondern durch Verletzungen übertragen wird, und endlich, dass die pflanzlichen Nahrungsmittel in dem Mutterkorn, den giftigen Schwämmen und Früchten, in den Solanin führenden Kartoffeln zahllose Gefahren bergen, durch Verderb (z. B. beim Mehl) nicht minder gefährlich sein können wie thierische, und auch den „pflanzlichen" Scorbut zum Ausbruch kommen lassen. Die kräftig wirkenden Alkaloide gehören — von den Ptomaïnen aus thierischem Eiweiß abgesehen — alle den Pflanzen an.

Fleisch soll in Übermaß genossen durch die Erregung des Körpers schaden; davon kann aber gar keine Rede sein. Bei directen Versuchen mit sehr bedeutenden Fleischmengen (wobei über 100 *g* Harnstoff fast täglich ausgeschieden wurden) war nicht Erregung, sondern eine hochgradige Müdigkeit das ausgesprochenste Symptom. Wenig Sinn hat es, auf Grund von vergleichenden anatomischen Gründen dem Menschen die richtige Kost dictieren und ihm namentlich wegen des dem Fleischfresser unähnlichen Gebisses jedwede Animalien entziehen zu wollen. Man vergisst, dass jedes Thier wie der Mensch in der ersten Zeit des Lebens nur von Animalien, der Milch, lebt und einen großen Theil seines Körpers aufbaut, und muthet ihm zu, seine Lebensbedürfnisse nach jenen der Anthropoïden einzurichten. Die Zähne haben bei dem Menschen für die Wahl der Nahrungsmittel eine sehr geringe Bedeutung, die Zubereitung der Speisen hat bei uns die Kochkunst übernommen. Die richtige Consequenz der Vegetarianer wäre also die, zu den einfachen Sitten der Anthropoïden zurückzukehren und auf die Kochkunst ganz Verzicht zu leisten. Der Darmcanal des Menschen ähnelt jenem der Omnivoren; trotzdem resorbiert er die in den Nahrungsmitteln eingebrachten Fleischspeisen, und zwar in den allergrößten Mengen ganz vorzüglich. Man vermuthet bei den Fleischspeisen namentlich einen Einfluss auf unser Gemüth, indem die Reizbarkeit, Ruhelosigkeit, Grausamkeit der Raubthiere doch offenbar aus dem verzehrten Eiweiß herrühre. Bekanntlich wird am reichlichsten Fleisch in England verzehrt; der englische Nationalcharakter pflegt sich im allgemeinen, gelinde gesagt, wohl kaum durch übermäßige Reizbarkeit und Ruhelosigkeit auszuzeichnen.

Die Sache des Vegetarianismus muss von anderen Gesichtspunkten aus betrachtet werden; wenn man die Verhältnisse der meisten Völkerschaften, wie auch jene unseres Heimatlandes überblickt, so steht unzweifelhaft sicher, dass für eine besondere Agitation zu Gunsten einer vermehrten Verwendung von Vegetabilien in der Kost gar keine Veranlassung vorliegt. Die Hauptmasse der aufgenommenen Kost besteht heutzutage, wie seit undenklichen Zeiten, bei dem Volke aus Vegetabilien, und es gibt die allerausgedehntesten Landstriche, auf denen die Bauern eine Fleischspeise überhaupt nur an Sonntagen genießen, im Übrigen aber Brot, Kartoffeln, Gemüse u. s. w.

neben geringen Zuthaten von Milch und allenfalls Eiern aufnehmen. Ebenso kennen wir ganze Völkerschaften, die sich selbst jedweder Zuthat von animalischem Eiweiß ganz enthalten.

Noch weniger als bei der Landbevölkerung wird man bei der Fabriksbevölkerung großer Städte etwa der Anschauung sein, dass sie zu reichlich mit Animalien ernährt werde; auch hier ist häufig der Sonntag der einzige Tag, an welchem Nennenswertes an Fleisch auf den Tisch kommt. Wir haben nicht die geringste Veranlassung, gegen diese angebliche Verschwendung von animalischen Nahrungsstoffen aufzutreten.

Man hat Zusammenstellungen über den Consum von Fleisch, Milch und Käse in einzelnen Städten gemacht, aus denen hervorgeht, wie gering im allgemeinen der Consum an diesen Stoffen ist. Was soll aber nun an Stelle unserer heutigen Volksernährung durch den Vegetarianismus treten?

Beurtheilt man die Kost der Vegetarianer im Vergleich zu einer anderen, gleichfalls aus Vegetabilien zusammensetzbaren Kost, so muss man sagen, dass erstere mit wenig Geschick zusammengesetzt wird.

Constantinidi und Erwin Voit fanden bei einem langjährigen Vegetarianer, welcher Pumpernickel, Grahambrot, Äpfel, Feigen, Datteln, Orangen, Oliven, Öl genoss, dass derselbe 10 Procent der aufgenommenen Speisen mit dem Kothe wieder ausschied.

Das ist bereits sehr viel; man vergleiche damit die früher gegebenen Werte der Ausnutzung. Von dem Eiweiß, welches der Normal-Vegetarianer in seiner Kost aufnahm, giengen nicht weniger als 41 Procent verloren. Auch dies ist, für Vegetabilien betrachtet, ein viel zu ungünstiges Resultat, bedingt durch eine Verwendung von Stoffen, welche für die Ernährung nicht taugen.

Will man an einer rein vegetabilischen Diät festhalten, so lässt sich eine zweckmäßigere Zusammensetzung leicht auffinden.

Kommt etwa auch hier bei dem Vegetarianer unter dem Einflusse der Gewöhnung an die Speise eine bessere Ausnutzung zu Stande? Resorbiert ein Nichtvegetarianer von der Vegetarierkost etwa noch weniger als oben angegeben?

Constantinidi und E. Voit haben derselben Person, welche Verfasser zu seinen zahlreichen Ausnutzungsversuchen benutzt hat, ganz genau die gleiche Kost gegeben wie einem Vegetarianer; es schied aus:

	der Nichtvegetarianer	der Vegetarianer:
Von der Trockensubstanz .	9 Procent	10 Procent
vom Eiweiß	42 „	41 „
vom Fett	32 „	30 „
von den Kohlehydraten .	39 „	59 „

Daraus geht zum allermindesten klar hervor, dass eine unter dem Einfluss der Gewöhnung an Speisen eintretende Verbesserung der Ausnutzung nicht eintritt; der Vegetarianer hat sogar die Kohlehydrate weniger gut aufgenommen als der Mann, welcher sonst von gemischter Kost lebte. Außerdem ist der Vergleich der Ausnutzung beider Männer insoferne von Bedeutung, als der Vegetarianer keinerlei alkoholische Getränke seit vielen Jahren aufnahm, während die Vergleichsperson sonst 1 bis 1·5 *l* Bier im Tage zu genießen pflegte.

Bunge ist nun der Ansicht, dass durch einen derartigen Biergenuss der Verdauungsapparat zur Bewältigung vegetabilischer Nahrung ganz ungeeignet sei; die Grundlosigkeit dieser Behauptung ist durch vorliegende Versuche zur Genüge dargethan.

Die Pflanzenkost hat mancherlei Nachtheil, weswegen die Zweckmäßigkeit ihrer ausgedehnten Anwendung besprochen werden muss. Einerseits könnte man die schlechte Ausnutzbarkeit des Eiweißes bei manchen Vegetabilien hervorheben; bei Schwarzbrot, gelben Rüben, gehen 30 bis 40 Procent des zugeführten Stickstoffes zu Verlust. Doch trifft das nicht immer zu, indem man bei kleberreichen Nahrungsmitteln oder den eiweißreichen Erbsen weit bessere Resultate erhält (Rubner, Constantinidi). Hierzu kommt noch, dass unter dem Einflusse der in den Vegetabilien vorhandenen Kohlehydrate der Eiweißbedarf des Körpers überhaupt ein geringerer wird. Ganz vorzüglich werden die Kohlehydrate in den meisten Fällen zur Aufnahme gebracht (99·2 bis 97 Procent).

Nachtheilig bleibt jedoch das große Volumen einer rein vegetabilischen Kost; abgesehen von der Milch beträgt das Volumen der animalischen Kost 738 bis 948 *g* im Tag, bei den Vegetabilien zwischen 1237 und 4248 *g* (Rubner), jene eines Vegetarianers etwa 1808 *g* (Voit).

Ferner wird die Länge der Mahlzeit sehr vermehrt, wenn viel Speise aufzunehmen ist. Für den Soldaten im Felde kann ein Missgriff in dieser Richtung verhängnisvoll werden; die gereichte Kost muss auch rasch verzehrt werden können, sonst leiden die Truppen an ungenügender Ernährung. Bei Mischungen von Animalien und Vegetabilien lässt sich einerseits ein sehr viel kleineres Volumen der Kost und größere Auswahl der Speisen und vermehrte Schmackhaftigkeit erreichen.

Wie sehr bisweilen eine einseitige Pflanzenkost dem Menschen schadet, ergibt eine Schilderung von Bär, welcher seine Erfahrungen als Gefängnisarzt zu machen Gelegenheit hatte. Die Folgen sind Appetitlosigkeit, Säurebildung, Erbrechen, Flatulenz, Durchfälle oder anhaltende Verstopfung.

Der sich ausbildende Zustand der Erschlaffung und Erschöpfung ist dann meist ein disponierendes Moment für chronische Dissolutionskrankheiten, wie Phthisis, Hydrops, Scorbut. Die fortwährenden Mehl- und Brotsuppen, das stetige einerlei der Kost bewirkt bei dem Gefangenen schließlich einen solchen Widerwillen gegen die Kost, dass schon Anblick und Geruch der Speisen Brechneigung hervorrufen. Wer das Leben der Sträflinge praktisch kennt, weiß, wie furchtbar die monotone, reizlose, wenig animalische Bestandtheile enthaltende Sträflingskost die Leute herunterbringt, und wie sie für einen Häring oder Käse, etwas Butter, eine saure Gurke, ihren besten Freund verrathen würden.

Wir haben keinerlei Grund, die Animalien vom Gebrauche auszuschließen, da sie — ganz abgesehen von der Krankenkost — durch die leichte Resorption des Eiweißes und durch die Verbesserung des Geschmackes viele Vortheile bieten. Es scheint der Gedanke noch wenig erwogen zu sein, ob nicht das zunehmende Bestreben nach Vermehrung des animalischen Theiles der Kost etwas den Städten und unserer Entwickelung der industriellen Arbeit Eigenthümliches sei.

Die animalische Kost bedeutet eine eiweißreichere Kost; nun scheint es — die Vermuthung ist bereits von Fr. Hofmann ausgesprochen worden — nach Versuchen des Verfassers, wie nach anderweitigen Beobachtungen sichergestellt, dass die Eiweißstoffe einen Einfluss auf die Anregung der Thätigkeit unserer Verdauungsdrüsen entfalten und dadurch die Resorptionszeit verkürzen.

Der rein vegetabilisch Lebende zeichnet sich im allgemeinen durch ein geringes Bedürfnis nach Getränken aus; dies ist aus dem hohen Wassergehalt der Kost, welcher manchmal 90 Procent beträgt, zu erklären. Er führt in seinen Speisen vollkommen ausreichend Wasser zu.

Übersicht der Nahrungs- und Genussmittel.

Ehe man sich ein Bild von der Zusammensetzung einer Kost machen kann, muss man sich mit den in den Nahrungs- und Genussmitteln vorkommenden Nahrungsstoffen und anderen Verbindungen bekannt machen.

Die Nahrungsstoffe werden in einer durchweg den Bedürfnissen entsprechenden Weise kurzweg als Eiweiß, Fett, Kohlehydrate, Aschebestandtheile benannt. Vielfach sind aber die Eiweißstoffe gar nicht direct bestimmbar, und muss daher der Eiweißgehalt aus dem Stickstoffgehalt des Nahrungsmittels durch Multiplication mit 6.25 berechnet werden. Es wird dabei ein mittlerer Stickstoffgehalt des Eiweißes von 16 Procent zu Grunde gelegt, was aber keineswegs ganz genau ist. Außerdem findet sich auch nicht einmal aller Stickstoff als Eiweiß vor. Selbst in dem Fleisch enthalten die Extractivstoffe nicht unwesentlich Stickstoff; in den pflanzlichen Nahrungsmitteln ist es ähnlich; die Kartoffeln führen neben Eiweiß amidartige Körper.

Da die Nahrungsmittel nach so mannigfacher Richtung hin in hygienischer Hinsicht besprochen werden müssen, so sei betreffs genauer Angaben auf den nächsten Abschnitt verwiesen, hier aber nur in Kürze die Zusammensetzung theils nach Analysen des Verfassers, theils nach Anderen mitgetheilt.

In 100 Theilen sind enthalten:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate
Bei magerem Ochsenfleisch . .	75·9	21·9	0·9	—
„ Kalbfleisch	78·0	15·3	1·3	—
„ Hühnerei	73·9	14·1	10·9	—
„ Milch	87·1	4·1	3·9	4·2
„ Fettgewebe	3·7	1·7	94·5	—
„ Butter	17·0	0·9	92·1	—
„ Käse	40·0	43·0	7·0	—
„ Weizenbrot feinster Sorte .	31·5	7·1	0·75	58·1
„ Weizenbrot mittlerer Sorte .	30·5	13·6	0·55	59·0
„ Weizenbrot aus ganzem Korn	37·6	12·7	1·32	52·2
„ Reis	13·5	7·5	—	78·1
„ Mais	13·9	10·0	4·8	69·6
„ Erbsen	14·3	22·5	—	58·2
„ Gelben Rüben	85·0	1·5	—	12·3

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate
Bei Kartoffeln	75·0	2·0	—	21·8
„ Spinat	90·3	3·1	0·5	4·1
„ Kopfsalat	94·3	1·4	0·3	2·8
„ Äpfeln	83·6	0·4		12·9
„ Erdbeeren	87·7	1·1	—	6·8
„ Apfelsinen	89·0	0·7	—	7·3

Die Speisen unterscheiden sich wieder meist sehr erheblich von den Nahrungsmitteln, insoferne sie entweder eine Concentration oder eine Verdünnung erleiden; concentriert wird das Fleisch, die Milch, das (schalenlose) Ei bei dem Kochact; wasserhaltiger werden in der Regel die Vegetabilien, namentlich bei der Herstellung von breiigen Speisen.

Von den Genussmitteln gibt es eine große Zahl, welche alkoholhaltig sind oder gewissermaßen nur verschiedene Verdünnungsgrade des Alkohols darstellen.

Es enthalten:

Cognac	69·5	Volumprocent Alkohol.
Sherry	20 bis 22	„ „
Madeira	18 „ 19	„ „
Champagner	10 „ 12	„ „
Bordeaux	9 „ 10	„ „
Rheinwein	8 „ 10	„ „
Ale und Porter	7 „ 8	„ „
Obstwein	5	„ „
Bayerisches Bier	3	„ „

In den meisten sind nur sehr wenig Nahrungsstoffe; verhältnismäßig am günstigsten stellt sich das Bier.

Der Preiswert der Nahrungsmittel.

Bei der praktischen Ernährung spielt nicht zum kleinsten Theile die Geldfrage der Nahrungs- und Genussmittel eine wichtige Rolle, ja für den kleinen Mann sogar die einzige Rolle. Was pecuniär für ihn nicht erschwinglich ist, existiert nicht für ihn.

Es handelt sich also nicht allein um die Frage: Wie nährt man sich am besten? sondern wesentlich auch um die billigste Art der Ernährung. Man hat in mannigfacher Weise anschaulich zu machen versucht, inwieweit die einzelnen Nahrungsmittel im Verhältnis zu dem, was sie als Nahrungsstoffträger leisten können, bezahlt werden. König hat Einheitspreise für Eiweiß, Fett und Kohlehydrat angenommen und daraus den „Nährgeldwert“ der Nahrungsmittel berechnet; es ergibt sich dabei ein recht anschauliches Bild von dem Nährwert, wenn man dem Nährgeldwert den wirklichen Einkaufspreis gegenüberstellt. Fr. Hofmann schlägt vor, die Nahrungsmittelmenge zu vergleichen, welche man um eine Mark erhalten kann. Das Maß ist allerdings örtlichem Wechsel unterworfen, doch dürften die Unterschiede der gegenseitigen Beziehungen der Nahrungsmittel zu einander keineswegs so ungleich

werden, als man denken mag. Weiters aber ist es nicht schwierig, sich über die Ortspreise zu unterrichten und die Beköstigung den örtlichen Verhältnissen anzupassen.

Die Nahrungsmittel müssen, nach der Anschauung des Verfassers, nach zwei Gesichtspunkten hin betrachtet werden:

1. Wie viel liefern sie an verbrennlichen Stoffen? (Cal.)

2. Welche Stoffe sind es, die in den Nahrungsmitteln vorhanden sind?

Wir werden daher die Nahrungsmittel nach der Reihenfolge ihrer höchsten Verbrennungswärme geordnet hier vorführen.

Für 1 Mark erhält man:

Nahrungsmittel	Gesammtgewicht	Calorien	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
Kartoffel	16.666	18.724	333	265	3633
Erbsen	4.166	14.747	937	104	2424
Commissbrot *)	5.350	13.492	412	76	2307
Reis	3.333	11.358	233	17	2500
Rinderfett	1.042	9.588	—	1031	—
Rohrzucker	1.100	4.510	—	—	1100
Milch	5.000	3.288	165	175	240
Butter	333	2.567	—	276	—
Erbswurst	434	2.523	51	206	97
Häring	832	2.395	194	172	—
Salzhäring	1.100	2.080	233	121	—
Schweizer Käse	460	1.891	151	126	—
Limburger	684	1.248	241	28	—
Knackwurst	449	1.154	150	58	—
Rindfleisch	980	1.142	159	53	—
Eier	745	1.060	93	73	—
Parmesankäse	261	942	114	51	—
Sprotten	316	729	78	44	—

An diesem Wertverhältnis der Nahrungsmittel würde noch Manches zu ändern sein, zumal die Ausnutzbarkeit der einzelnen Nahrungsmittel eine höchst ungleiche ist. Da aber diese noch keineswegs für alle Nahrungsmittel bekannt ist, muss auf die in dem nächsten Abschnitt, in welchem die bisher ausgeführten Ausnutzungsversuche sich finden, verwiesen werden. Wie wesentlich es auf ihre Berücksichtigung ankommt, lehrt Folgendes:

Für 1 Mark erhält man:

5.300 *g*	Brot	mit	412 *g*	Eiweiß,	davon	resorbierbar	280 *g*
16.666 *g*	Kartoffel	„	333 *g*	„	„	„	227 *g*
4.000 *g*	Bohnen	„	1000 *g*	„	„	„	920 *g*
1.000 *g*	Fleisch	„	160 *g*	„	„	„	156 *g*

Ferner wäre in Betracht zu ziehen, dass manche der aufgeführten Nahrungsmittel zum sofortigen Genuss tauglich sind, während der Preis jener, welche erst noch gekocht werden müssen, wie Kartoffeln, Erbsen, Reis u. s. w., sich um die entsprechenden Kosten erhöht.

*) Die feineren Brotsorten sind aber weit theurer.

Weitaus am billigsten ernährt man sich mit den Vegetabilien, und schon deshalb bleiben sie stets das fast ausschließliche Versorgungsfeld der Volksernährung. Doch bestimmt keineswegs den täglichen Consum die Billigkeit allein; so werden z. B. die Legimunosen trotz ihres im Verhältnis zum Preise hohen Nährwertes nur wenig verzehrt.

Unter den animalischen Nahrungsmitteln stellt sich die Milch weitaus am günstigsten, was für die Kinderernährung von großer Bedeutung ist.

Es wäre in Deutschland sehr zu wünschen, dass die billigen Fischsorten für die Volksernährung reichlicher benutzt würden, als bisher. Das Fischfleisch ist fast nach allen Richtungen den anderen Fleischsorten vollkommen gleichwertig.

Die Genussmittel führen vielfach gar keine, vielfach aber Nahrungsstoffe in ganz verschwindender Menge, so dass eine Einschätzung und Parallelstellung zu den eigentlichen Nahrungsmitteln nicht vorgenommen werden kann; ein Vergleich der einzelnen Genussmitteln hinsichtlich ihrer Wirkung dürfte gleichfalls undurchführbar sein.

Fünftes Capitel.

Grösse des Nahrungsbedarfes des Menschen.

Die wichtigste aller praktischen Folgerungen der Ernährungslehre besteht darin, sowohl für die individuelle Ernährung, als namentlich für die Massenernährung bei Arbeitern, Soldaten, Gefangenen, Zöglingen die Menge der Nahrungsstoffe anzugeben, welche ohne Verschwendung eine allen Bedürfnissen zureichende Ernährung bietet.

Wir reden da nur von den Nahrungsstoffen; denn in dem Vorausgehenden haben wir ja zur Genüge hervorgehoben, was alles an anderen Bedingungen in der Kost des Menschen gegeben sein muss.

Diese Aufgaben der Ernährungslehre sind sehr verantwortungsvolle und fordern sowohl kritische Anwendung der praktischen Erfahrungssätze, als auch ausgiebige Verwertung der theoretischen Lehren.

Das Studium der verschiedenartigen Factoren, welche auf den Stoff- und Kraftverbrauch wirken, die Temperatur, Kleidung, Witterung, Arbeitsleistung, Schlaf, Nahrungsaufnahme lassen es nahezu unmöglich erscheinen, für eine größere Gruppe von Menschen gemeinsam den Nahrungsbedarf zu bemessen. Und wie schwer lassen sich all diese einzelnen Factoren in Rechnung ziehen? Wie endlos verschieden ist das Temperament des Menschen; dieses aber bedingt sehr wesentliche Verschiedenheiten im Stoffverbrauch. Der Nervöse ist, auch wenn er keine Arbeit zu leisten hat, fast den ganzen Tag auf den Beinen, er schläft wenig und unruhig, alle Thätigkeiten nimmt er mit Hast und mit Verschwendung von überschüssiger Kraft und unnöthigen Mitbewegungen vor. Wie anders der Phlegmatiker, welcher viel sitzt oder liegt und all seine Handlungen nach dem Principe geringster Arbeitsleistung vornimmt, lange schläft und mit Ruhe isst!

Trotz dieser schwierigen Verhältnisse hat die praktische Ernährungslehre doch an die Aufstellung des Kostbedarfes für bestimmte Lebensbedingungen gehen müssen. Man vergesse dabei aber nie, dass solche Werte, da sie für mannigfache Umstände giltig bleiben sollen, wohl ausreichend bemessen sein müssen.

Man hat durch sehr zahlreiche statistische Erhebungen sich über den Nahrungsbedarf des Menschen unter verschiedenen Umständen eine Vorstellung zu machen gesucht; nach vielen Richtungen haben diese Untersuchungen Nutzbringendes ergeben. Doch bedarf es der Vergleichung der Ergebnisse mit den Gesetzen der Ernährungslehre, um nicht in den Irrthum zu verfallen, etwa bestehende schlechte Gewohnheiten — und diese finden sich auf dem in Frage stehenden Gebiete so häufig — als maßgebende Regeln für Andere hinzustellen. Meist hat man bis jetzt bei der Aufstellung von „Kostsätzen" wesentlich nach dem Unterschiede gesehen, welcher durch eine Verschiedenheit der Arbeit gegeben wird. Diese Arbeitsunterschiede lassen sich freilich nicht in Kilogrammetern exact angeben, aber für die Praxis des Lebens fördert es vielleicht mehr, wenn wir verschiedene Arbeitsgruppen nach dem Handwerk oder dergleichen bezeichnen. Man kann sich daraus ein genähertes Bild der Anstrengung machen.

Unbedingt am richtigsten geben uns die Untersuchungen offenbar ein Bild von dem Stoffverbrauch im Ganzen, denn ein Zuviel und Zuwenig macht sich bald durch unverkennbare Äußerungen bemerkbar.

Es ist eine von vielen Seiten genährte Vorstellung, dass das Essen ein „Luxus" sei, d. h. dass mehr gegessen werde, als man an Stoffen benöthige. Das ist eine sehr irrige Anschauung. Wenn wir mehr genießen an Stoffen als wir brauchen, findet allerdings ein Mehrverbrauch statt, aber zu gleicher Zeit ein Ansatz von Stoffen; es ist also das Essen immer eine Ursache mit bestimmter Wirkung. Im Einzelfall bleibt aber fraglich, ob man des Ansatzes von Stoffen am Körper bedarf.

Nach den Untersuchungen von Pettenkofer, Voit, Forster, Playfair etc. hat Rubner folgenden Verbrauch an Spannkraft bei einzelnen Arbeiterclassen festgestellt (Tabelle siehe nächste Seite). Im allgemeinen ist dabei stets nur von Männern die Rede. Der Stoffverbrauch der Frauen dürfte im allgemeinen etwas geringer sein als bei den Männern, aber nur deshalb, weil sie eben weniger Arbeit zu leisten im Stande sind. Leistet die Frau mit dem Manne gleichen Körpergewichts dieselbe Arbeit, dann bleibt ihr Nahrungsbedarf nicht hinter jenem des Ersteren zurück.

Wir gewinnen also damit eine Vorstellung von dem, was kräftige Männer an Spannkraft führenden Stoffen zugeführt erhalten müssen, um ihren Aufgaben gerecht zu werden.

Voit hat am genauesten die stofflichen Forderungen präcisiert, welche für den „mittleren Arbeiter" erfüllt werden müssen. Unter diesem mittleren Arbeiter hat man einen Mann mittleren Fettgehaltes von 70 (bis 75) *kg* zu verstehen, der 9 bis 10 Stunden ohne Übermüdung zu arbeiten im Stande ist, also etwa einen Dienstmann, Schreiner, Soldaten u. s. w. Voit fordert aus gleich mitzutheilenden Gründen, dass die Kost eine „gemischte", d. h. aus Animalien und Vegetabilien zusammengesetzte sei. Letzteres ist von Wichtigkeit, weil in gewissem Grade die Zufuhr von Nahrungsstoffen von der Ausnutzung abhängig ist.

Wer ausschließlich schlecht ausnutzbare Vegetabilien genießt, kann um 15 bis 20 Procent mehr an Nahrungsstoffen nothwendig haben als ein Anderer.

Für einen Tag ist nothwendig: **118***) *g* Eiweiß, **56** *g* Fett, **500** *g* Kohlehydrate.

Von der Eiweißmenge sollen etwa 35 Procent in Form von Fleisch verzehrt werden; dazu sind nöthig: 230 *g* Fleisch vom Metzger = 191 *g* reines Fleisch. Der Rest des Eiweißes wird in anderer Weise beschafft.

Vielfach ist das Brot früher in übergroßen Mengen der Kost zugesetzt worden. Das verursachte Unzukömmlichkeiten, wie sich besonders bei der Truppenernährung zeigte. Über 750 *g* Brot (frisch) sollten im Tage nicht gereicht werden; in diesen sind 70 Procent aller zugeführten Kohlehydrate enthalten, sonach entfallen 30 Procent auf Gemüse, Suppe etc. (Voit).

Es steht nichts im Wege, an Stelle des Fleisches abwechslungsweise andere, leicht resorbierbare Animalien zu reichen und durch sogenannte Mehlspeisen die zu verzehrende Brotmenge zu entlasten.

Diese genannten Grundzüge der Verköstigung des mittleren Arbeiters erlauben allgemeine Anwendung und bleiben von vielen Fehlern und Unzweckmäßigkeiten der Ernährung frei. Eine überreichliche Verwendung der Kohlehydrate ist vermieden, das Volumen der Kost ein mittleres, die Resorbierbarkeit des Eiweißes berücksichtigt und Wechsel der Schmackhaftigkeit möglich, dem Bedürfnisse an Stoffen Genüge geleistet.

Bezeichnung	Kraftverbrauch (Brutto) in Cal. für 24 Stunden	Kraftverbrauch nach Abzug der Verbrennungswärme des Kothes	Bemerkung
Hungernd und ruhend .	2303	2304	Ruhend im Respirationsapparat.
Arbeitskategorie I . . .	2631	2445	Arzt, Hausverwalter.
„ II . . .	3121	2868	Dienstmann, Schreiner, Soldat (mittlere Arbeit).
„ III . . .	3659	3362	Schwere Arbeit, Raddreher.
„ IV . . .	5213	4790	Bergleute, Bauernknechte, Holzarbeiter**)

Die Gesammtmenge der zuzuführenden Stoffe stimmt, von geringen Schwankungen in der Eiweißzufuhr abgesehen, recht gut bei verschiedenen Beobachtern (Hildesheim, Playfair, Moleschott) überein.

*) 15·9 *g* *N* im Harn, 2·0 im Koth.
**) Fast nur vegetabilische Kost.

Auf Grund rein empirischer Erhebungen hat man noch folgende Kostsätze kennen gelernt:

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Cal.
Münchner Arbeiter nach Forster . . .	132	81	457	3174
Russischer Arbeiter nach Erismann . .	132	80	584	3675
Schwedischer Arbeiter nach Hultgren u. Landergren	134	79	523	3436

Die in freier Wahl zugeführte Nahrung zeigt sich eiweißreicher als die von Voit angenommene.

Voit hat für die Kost des Arbeiters 56 *g* Fett und 500 *g* Kohlehydrate vorgeschlagen; dafür sind die oben angegebenen Zweckmäßigkeitsgründe angegeben. Es ist damit nicht etwa präsumiert dass man sich überhaupt nicht in anderer Weise zu nähren vermöge. Wir kennen viele Fälle, in welchen das Fett in der Kost fehlt und außer Eiweiß eigentlich nur Kohlehydrate vorhanden sind (bis zu 85 Procent des ganzen Wärmewertes). Derartige Beispiele gibt die japanische Kost, wenn dabei — es ist dies aber nicht immer der Fall — nur Vegetabilien aufgenommen werden. Diese Kost enthält keineswegs, wie man irrthümlich glaubt, wenig Eiweiß, aber fettfrei ist sie (Scheube, Mori, Nakahama, Kumagawa). Die Kohlehydrate vertreten nach isodynamen Werten das Fett. Ein ähnliches Beispiel gibt uns die Kost der ärmlich lebenden Trappisten. Man wird nicht behaupten können, dass die japanische Kost den Japanern Schaden bringe, aber für unsere Verhältnisse passt sie nicht; concentrierter Kost, kurzen Mahlzeiten, geringem Volumen der Kost streben wir zu.

Ebenso gibt es wieder Beispiele extremster Fettnahrung. Ein Holzknecht im Gebirge, der bis 300 *g* Fett verzehrt oder der canadische Jäger, der von dem aus Fleischpulver und Fett hergestellten Pemmikan die Mahlzeiten bestreitet, decken fast ausschließlich ihren Kraftbedarf mit Fett. In der That gelangen auch derartig große Fettmengen noch gut zur Resorption; ein Gesunder resorbiert 306 *g* Fett im Tage, welche mit 734 *g* Kohlehydraten gleichwertig sind (Rubner).

Obwohl also zweifellos ein großer Theil der Menschen sehr extreme Ernährungsweisen verträgt, würden wir unpraktisch verfahren, wenn wir das Eine oder Andere als das dem Menschen allein Zukömmliche bezeichnen wollten. Eine sorgsame Ernährung muss möglichst **allseitigen Bedürfnissen gerecht werden.**

Wir haben oben den Kostsatz für den mittleren Arbeiter angegeben; hat ein Mensch aber nicht das zu Grunde gelegte Körpergewicht,*) sondern ein kleineres oder größeres, so ändert sich damit auch das Nahrungsbedürfniss. So selbstverständlich dies eigentlich ist, so wird man aber doch finden, dass man sich häufig um diesen wichtigen Punkt gar nicht bekümmert und deshalb zu den unsinnigsten und widersprechendsten Forderungen gelangt ist. Weiters bleibt aber zu berücksichtigen, dass der Stoffverbrauch nicht nur nach dem Körpergewicht bemessen werden kann. Ein heranwachsender von dem halben Körpergewicht eines Ausgewachsenen verbraucht nicht die Hälfte der Nahrung, sondern mehr, weil kleinere Organismen (s. o.) wegen ihrer

*) Unter Körpergewicht ist das Gewicht der normal Genährten zu verstehen.

relativ größeren Abkühlung auch mehr an Stoffen, für das Kilogramm berechnet, erfordern. Man müsste also nach Maßgabe der verschiedenen **Körperoberfläche** den Stoffverbrauch berechnen.

Das wird nun meist aus Bequemlichkeitsgründen ganz unterlassen, wodurch wieder neue falsche Vorstellungen entstehen. Innerhalb der Körpergewichtsgrenzen von 50 bis 80 *kg* kann man in folgender ganz einfacher Weise die Berechnung des Stoffverbrauchs von einem bestimmten Körpergewicht auf ein beliebiges andere vornehmen. Geht man von dem Stoffverbrauch von 50 *kg* aus und will jenen z. B. von 80 *kg* wissen, so hat man von dem nach dem Körpergewicht berechneten Stoffverbraucht für je 1 *kg* 0·5 Procent, d. i. für 30 *kg* Mehrgewicht 30 × 0·5 Procent von dem Nahrungsstoffbedarf abzuziehen. In dem umgekehrten Falle, wenn von dem höheren Körpergewicht ausgehend das kleinere berechnet wird, hat man für je 1 *kg* weniger, 0·6 Procent der Berechnung aus dem Körpergewicht hinzuzuaddieren.

Unter Zugrundelegung der Forderung von Voit berechnet Rubner folgende Werte als Bedarf:

Körpergewicht	Wärmewert der Nahrungsstoffe	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
bei 50 *kg*	2472	74	44	409
„ 60 *kg*	2792	106	50	461
„ 70 *kg*	3094	118	56	500
„ 80 *kg*	3372	128	61	556

nach denen eine Vergleichung mit anderen Ergebnissen leicht möglich sein wird.

Die vermehrte Arbeitsleistung bedingt immer einen wesentlichen Mehrverbrauch an Stoffen; nach unseren Vorstellungen über die Arbeitsleistung würde man eigentlich nur — gleiche Körpergröße und Entwickelung vorausgesetzt — eine vermehrte Zufuhr stickstoffreier Stoffe zu erwarten haben; diese ist durch die Versuche von Pettenkofer, Voit u. A. genügend erwiesen.

Wir besitzen Zusammenstellungen über den Stoffverbrauch von Arbeitern, welche schwere oder selbst die höchsten Arbeitsleistungen zu machen im Stande sind, von Ohlmüller, Steinheil, Ranke, Liebig u. A. Nach ihnen wurde bereits früher der Kraftverbrauch angegeben; wir fragen hier aber nach den Stoffen, welche aufgenommen werden. Diese schwer arbeitenden Berufsclassen sind italienische Ziegelarbeiter, deren Kost zum großen Theil aus Polenta besteht, ferner die Bauernknechte auf dem Lande, deren Kost im Wesentlichen vegetabilisch ist, Bergleute, welche gleichfalls fast nur Pflanzenkost genießen, desgleichen die Holzknechte in Reichenhall und Umgebung im Gebirge, welche fast nur Fett und wenige Animalien aufnehmen.

Die Bergleute, Ziegelarbeiter, Bauernknechte, durchweg kräftige Leute, verzehren:

Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
148 *g*	185 *g*	766 *g*

die Holzknechte im Gebirge:

Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
123 *g*	258 *g*	783 *g*

Das Verhalten der schweren Arbeit stimmt also nur in dem letzten Falle mit der Vorstellung überein, es würden im allgemeinen bei

der Arbeitsleistung nur die stickstoffreinen Stoffe einer Zufuhr vermehrt; in dem ersteren Fall ist auch mehr Eiweiß zugeführt, als wir oben für den mittleren Arbeiter verlangt haben. Bei Beurtheilung derartiger empirisch gefundener Stoffsätze muss man aber mancherlei noch mit in Erwägung ziehen.

Einmal finden sich unter den Arbeitern für schwere Leistungen durchweg Leute von etwas höherem Körpergewicht, wodurch der Stoffbedarf, also auch der des Eiweißes größer wird. Ferner handelt es sich in der Regel um eine ganz vorwiegend vegetabilische Kost, bisweilen um eine solche von schlecht ausnutzbaren Vegetabilien, und nicht um eine gemischte und leicht resorbierbare Kost, wie wir sie für den Arbeiter gefordert haben. Das wichtigste Moment liegt aber wohl darin, dass eben ein schwer Arbeitender von Jenem, welcher weniger intensiv thätig ist, nur dadurch in der Verköstigung sich unterscheidet, dass er mehr von allen Speisen isst als ein Anderer. Der italienische Ziegel- und Erdarbeiter genießt seine Polenta so gut wie ein weniger leistender Kamerad; und ebenso wird in anderen Fällen die Art der Speise, welche auf den Tisch kommt, nicht geändert, je nachdem das Nahrungsbedürfnis des Einen groß oder klein ist. Es muss daher bei der reichen Nahrungsaufnahme auch mehr an Eiweiß aufgenommen werden, ohne dass das gerade durch die Besonderheit der Zersetzungsvorgänge im Körper der Schwerarbeitenden gefordert würde.

Dass gerade der letztere Umstand das Richtige trifft, erkennt man, wenn man die Angaben Liebig's über die Kost der Holzarbeiter im Gebirge, welche wochenlang von den Ihrigen getrennt in den Bergen leben und die Nahrungsmittel ganz nach ihren besonderen Bedürfnissen auswählen, betrachtet. Sie vermehren nicht durch den Genuss von Brot u. dgl. ihren Bedarf, sondern nehmen Fett, das ja stickstoffrei ist, in großen Mengen zu sich. In diesem Falle sieht man denn auch ihren Eiweißverbrauch gegenüber den Personen mit geringerer Arbeitsleistung (z. B. dem mittleren Arbeiter) keineswegs vermehrt.

Ein Erwachsener, welcher nicht durch mechanische Arbeitsleistung sein Brot verdient und letztere nur insoweit verrichtet, als es durch Gehen geschieht, wie der Arzt und ähnliche Berufszweige, bedürfen einer Zufuhr, die noch kleiner ist als jene des mittleren Arbeiters. Legt man die früher gefundenen Zahlen zu Grunde, so wären wohl ausreichend:

118 *g* Eiweiß, 56 *g* Fett und 390 *g* Kohlehydrate (= 2631 *g* Cal.).

Mit dieser Forderung stimmen aber die von Forster gemachten Beobachtungen nicht ganz überein, denn diese sind:

Für die Ärzte	130 *g*	Eiweiß,	95 *g*	Fett,	277 *g*	Kohlehydrate
„ den Hausmeister	116 *g*	„	68 *g*	„	345 *g*	„

Im ersten Falle wird, wie dies bei Wohlhabenden die Regel ist, wegen der an Animalien reicheren Kost mehr Eiweiß und Fett, als gerade nöthig genossen und demnach, wie es scheint, ein gewisser

Luxus getrieben. Ähnliches findet sich auch in den Beobachtungen anderer Autoren.

Im Alter wird unzweifelhaft die Arbeitsleistung auf ein Minimum beschränkt, dabei sinkt in der Regel das Körpergewicht, so dass man für Leute, wie sie in den Pfründenanstalten ihre letzten Lebenstage verbringen, meist nur einen geringen Bedarf zu rechnen hat. Der gesammte Kraftverbrauch einer alten Person ist auf 1719 bis 1979 Cal. zu berechnen bestehend in:

85 *g* Eiweiß, 47 *g* Fett, 299 *g* Kohlehydrate.

Die Energie der Stoffzersetzung scheint dabei aber noch keineswegs gesunken; denn wenn man auf gleiches Körpergewicht, wie das kräftigerer Leute, die erstere berechnet, nehmen die alten Leute verhältnismäßig nicht weniger zu sich, als man bei der fast völligen Ruhe derselben erwarten darf.

Der Nothbedarf des Menschen.

Wir haben im Vorhergehenden nachgewiesen, wie man eine gute Kost zu bemessen hat, welche nicht nur alle Stoffe in genügender Menge, sondern auch in möglichst zweckmäßiger Form bieten soll. Diese Ernährungsweise muss auf alle Individuen, welche den im Einzelfalle gegebenen Voraussetzungen genügen, anwendbar sein und beliebig lang angewendet, zureichend sich erweisen.

Nun gibt es aber offenbar auch Fälle, in denen nur die allernothdürftigste Erhaltung der Kräfte des Menschen erstrebt wird. Dafür kann man in dem Kampf ums Dasein, wie er unter dem Proletariat in Großstädten geführt wird und geführt werden muss, leider zahllose Beispiele aufführen. Was ist das Mindestmaß? Es ist das je nach den Leistungen, welche der Mensch sich aufbürdet, verschieden. Im allgemeinen gehen die in dringender Noth Befindlichen zu einer monotonen, aus den billigsten Nahrungsmitteln zusammengesetzten Kost über. Reicht nun, wenn eine solche kümmerliche Ernährung stattfindet, diese hin, auch den Eiweißbedarf zu decken? An letzterem mangelt es ja leicht bei vegetabilischer Kost. Das, was die Armenkost bei uns wie überall charakterisiert, ist ihr Reichthum an Kohlehydraten, ihr Mangel an Fett, und der geringe Gehalt an Eiweiß.

Es ist nun keinem Zweifel unterworfen, dass auch ein kräftiger Mann mit einer Eiweißmenge, welche wesentlich unter 118 *g*, die für eine genügende Kost gefordert werden, bleibt, sich kümmerlich ernähren kann.

Nicht selten bleibt das Brot das einzige Nahrungsmittel, mit dem der Ärmste noch sein Leben fristet. Rubner hat einen kräftigen, 75 *kg* schweren Mann mit verschiedenen Brotmengen ernährt und dabei gefunden:

Eiweiß im Brot	Kohlehydrate im Brot	Eiweißumsatz	Bilanz des Eiweißes
47·3	391	73·9	—26·6 Eiweiß
77·5	504	104·9	—27·4 „
82·5	507	103·7	—21·4 „
63·7	528	89·4	—25·7 „
82·0	621	96·6	—14·6 „
81·5	650	92·6	—11·1 „
104·4	832	99·8	+ 4·6 „

Demnach ist es zwar möglich, auch mit Brot allein sich zu erhalten, ja sogar noch einiges Eiweiß abzulagern, aber erst bei relativ sehr bedeutenden Mengen von Brot. Es genügen auch zur kümmerlichsten Ernährung eines Kräftigen mit Brot nicht ein paar Bissen, wie man meint, sondern die betreffende Versuchsperson ass eigentlich nahezu den ganzen Tag von dem Brote. Und doch hätte die geringfügigste Störung in der Verdauung sie dahin gebracht, dass Eiweiß vom Körper hätte abgegeben werden müssen. Wir sind also bei der Brotkost nahe an der Grenze der Leistung des Darmes angelangt, wenn ein robuster Mann „kräftig“ sich erhalten soll.

Man kann annehmen, dass der kräftige Mann mit rund 96 *g* Eiweiß sich erhielt; dabei verzehrte er die sehr erhebliche Menge von 741 *g* Kohlehydraten und führte im ganzen 3431 Cal. an verbrennbaren Stoffen ein. Etwas zu viel für den Arbeitenden, für einen Ruhenden aber geradezu eine Verschwendung.

Günstiger gestalten sich die Verhältnisse bei der Kartoffel; am Menschen wurden von Rubner und Constantinidi gefunden:

Eiweiß in der Kartoffel	Kohlehydrate	Eiweißumsatz	Bilanz des Eiweißes
46·3	367	50·0	— 3·7 Eiweiß
83·2	811	65·5	+ 17·7 „

Die Kartoffel enthält nicht nur Eiweiß, sondern auch bis zu 56 Procent des Stickstoffgehalts Asparagin und Amidosäuren, sagen wir rund die Hälfte. Trotzdem gab die (auch zu den Brotversuchen benutzte) Person bei einer Zufuhr von 46 Eiweiß (d. h. 23 *g* wirklichen Eiweißstoffes) nur 3·7 *g* Eiweiß vom Körper ab, während unter ähnlichen Verhältnissen beim Brot noch mindestens 26 bis 27 *g* abgegeben wurden. Bei größeren Mengen ausschließlicher Kartoffelzufuhr wird sogar erheblich Eiweiß (wohl neben Fett) angesetzt. Man würde daher erwarten können, der kräftige Arbeiter erhalte sich mit rund 1900 *g* Kartoffeln auf seinem Eiweißbestand bei einem Umsatz von 50 bis 55 *g* Eiweiß (beziehungsweise 25 bis 27 *g* wahren Eiweißstoffen). Bei ganz stickstoffreier Kost verbrauchte die Versuchsperson etwa 41 *g* Eiweiß. Die Menge der bei dem Eiweißgleichgewicht mit der Kartoffel verzehrten organischen Stoffe reicht aber nicht mehr hin, einen kräftigen Menschen auch im Ruhezustande ganz zu erhalten, da selbst ein Hungernder noch rund 2300 Cal. bildet und 1900 *g* Kartoffeln nur etwa 1900 Cal. erzeugen können. Der Gleichgewichtsstand würde für den Hungernden annähernd mit 2400 bis 2500 *g* Kartoffeln erreichbar sein, d. h. bei 66 *g* Eiweißzufuhr.

Unter reichlicher Kohlehydratzufuhr kann also ein kräftiger Mann mit einer äußerst geringen Eiweißmenge auskommen, so dass

aus letzterer kaum mehr als 4 bis 5 Procent der Gesammtwärmemenge entstammen und die Kohlehydrate allen stofflichen Bedürfnissen gerecht werden.

Vielfach benutzt man auch ausser Brod und Kartoffeln noch andere Speisen, Reis, Mais oder Speisen aus Mehl, wie die Maccaroni und Spätzeln. Die Ernährung mit ausschließlich derartiger Kost verlief folgendermaßen:

Nahrungsmittel	Eiweiß in der Zufuhr	Kohlehydrate	Eiweißumsatz	Bilanz des Eiweisses.
Maccaroni . . .	75·5	486	124·8	— 51·3 Eiweiß
Spätzeln . . .	76·9	558	104·5	— 27·6 „
Weißbrot . . .	63·7	528	89·4	— 25·7 „
Reis	64·5	476	76·8	— 12·3 „
Mais	73·7	600	76·7	— 3·0 „

Auch dieser Vergleich erweist unter den Vegetabilien wieder die allerwesentlichsten Unterschiede hinsichtlich des Vermögens, den Bedarf des Menschen zu decken; die Menge der Kohlehydrate schwankt in den Einzelfällen nur mäßig, ebenso die Eiweißmenge. Ein kräftiger Arbeiter würde wohl am leichtesten noch bei Reis und Mais bestehen können, im ersten wie zweiten Falle mit etwa 77 *g* Eiweißumsatz. Trotz gleicher übriger Verhältnisse erweisen sich die Speisen aus Weizenmehl nicht so günstig; denn der Verlust an Eiweiß war noch sehr bedeutend, obschon eine sehr reichliche Zufuhr an Stoffen gegeben war.

Mit Gemüse allein ist es dem Menschen unmöglich, sich zu erhalten. Bei Zufuhr von Wirsing und von gelben Rüben gab der kräftige Mann nicht weniger als 42 bis 48 *g* Eiweiß vom Körper ab, obschon er den ganzen Tag ununterbrochen aß.

Das Wesentlichste, was wir aus diesen Ernährungsversuchen entnehmen können, ist der Beweis, dass man auch bei dem kräftigen Manne, welcher bei guter Kost 118 *g* Eiweiß benöthigt, durch Kartoffeln, Brot, Reis oder Mais gleichfalls den Unterhalt schaffen kann. Setzt man voraus, der Mann solle nicht nur eben seinen Eiweißbedarf erhalten, sondern auch im Übrigen genügend Stoffe (= 3080 Cal.) zur Arbeitsleistung erhalten, so wären annähernd nöthig:

3080 *g*	Kartoffeln	mit 83 *g*	Eiweiß.
880 *g*	Reis	„ 75 *g*	„
800 *g*	Mais	„ 78 *g*	„
1500 *g*	Brot*)	„ 95 *g*	„

Von den Nahrungsmitteln eignen sich also nur wenige dazu, um in der kümmerlichsten Weise das Leben zu fristen. Wir erkennen, dass den einzelnen Nahrungsmitteln außer der verschiedenartigen Ausnutzung noch die wichtige und schwer wiegende Eigenschaft zukommt, in verschiedener Weise dem Eiweißbedürtnis gerecht zu werden; bei ganz gleicher Zufuhr von Eiweiß und Kohlehydraten stellte sich der Effect ganz

*) Bei Brod muss, um den Eiweißbedarf zu decken, Überschuss an Kohlehydrat zugeführt werden!

ungleich. Diese Verschiedenheiten dürften theils auf eine verschiedene Thätigkeit des Darmes und seiner Drüsen, wobei Eiweiß verbraucht wird, zum Theil aber auch darauf zurückzuführen sein, dass die einzelnen pflanzlichen Eiweißstoffe in ihren physiologischen Eigenschaften nicht identisch sind. Nicht uninteressant ist die von Rubner gefundene Thatsache, dass bei keiner Ernährungsweise so reichlich Harnsäure beim Menschen erzeugt wird, wie bei der Kartoffelkost. Es liegen hier also auch noch Verschiedenheiten des Zersetzungschemismus verborgen.

Setzt man an Stelle des Arbeiters einen vollkommen ruhenden Menschen (aber von gleichem Körpergewicht), so würde derselbe mit einem viel geringeren Stoffverbrauch auskommen können, z. B. mit 2300 bis 2600 Cal.; nimmt man aber diese kleine Stoffmenge, dann reicht bei Mais, Reis wie bei Brot das zugeführte Eiweiß nicht mehr hin, und nur die Kartoffel scheint unter solchen Umständen noch tauglich zu sein, da die Zufuhr von 63 *g* Eiweiß im Tage ausreichend schien. In den ersteren Fällen müssen eben dann die Menschen weit mehr an Nahrungsstoffen aufnehmen, als sie bei normaler Ernährungsweise brauchen. Sie sind Bettler, die dem Hungertode nahe sind und zu gleicher Zeit Verschwender!

Was wir hier für den kräftigen Arbeiter mitgetheilt und auf Grund von Versuchen erörtert haben, das gilt in ähnlicher Weise natürlich auch für die übrigen Arbeiterclassen, sowie für Ruhende. Im täglichen Leben sehen wir aber noch einen Umstand häufig eintreten, welcher die Ernährung mit einer schlechten Kost erleichtert; es ist dies die Verarmung des Körpers an Eiweiß. Bei ungenügender Eiweißzufuhr wird von dem Körper Eiweiß abgegeben, die Organe werden schmächtiger, der Mensch nimmt mehr und mehr ein bleiches Aussehen an. Das Fettpolster kann gut entwickelt sein, aber wie man sich auszudrücken pflegt, das „Fleisch“ wird weich. Ein schwammiges und gedunsenes Aussehen kennzeichnet diesen Zustand. Oft sind es im Tage wenige Gramm Eiweiß, welche verloren werden. In Wochen oder Monaten aber summieren sich die Verluste, und das verborgene Siechthum tritt klar zu Tage. Es gibt für solche Leute in ihrer Kost kein Mittel, den Eiweißbestand zu heben und nur tausend Gefahren, ihn zu mindern. Jede Diarrhöe und ungenügende Zubereitung der Speise erzeugt Eiweißverlust vom Körper.

Nach den Versuchsergebnissen, die wir oben mitgetheilt, darf man sich also nicht wundern, wenn man ab und zu in der Literatur derartigen Angaben begegnet, in welchen für Menschen, welche kümmerlich das Leben fristeten, nur minimale Nahrungsmengen aufgeführt werden. Von derartigen Angaben seien erwähnt:*)

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Beobachter
Heruntergekommener Arbeiter	86	13	610	Hildesheim
„ „	64	—	600	Böhm
Trappisten-Mönche	68	11	469	Voit
Londoner Nähmädchen . . .	54	29	292	Playfair
Vegetarianer (57 *gk*)	54	22	557	E. Voit.

*) Leider sind die Körpergewichte, Alter, Fettreichthum nicht bekannt; unzweifelhaft sind diese auch gering. Auch ist keineswegs sicher, ob sich die betreffenden Leute mit den genannten Stoffen auf dem Bestande erhielten.

Auch von anderer Seite sind Beiträge zur näheren Kenntnis eines geringen Eiweißbedarfs geliefert worden (Hirschfeld, Kumagawa, Nakahama).

Der Nothbedarf des Menschen bezieht sich einzig und allein, auf die Qualität der Zufuhr und den Eiweißverbrauch. Die Menge der zu verzehrenden organischen Stoffe, d. h. der Verbrennungswert unserer Nahrung, hängt von ganz anderen Bedingungen ab. Da ist nichts zu ersparen und zu kürzen. Haben wir bestimmte äußere Bedingungen gegeben und soll der Mensch einer bestimmten Arbeitsleistung gewachsen sein, dann darf die Nahrung nicht eine Calorie zu wenig einführen, sonst muss von dem Organismus selbst Stoff abgegeben werden.

Aber die Qualität der Stoffe erleidet, wie wir schon hervorgehoben haben, eine bedeutende Änderung bei verschiedenen Ernährungsweisen.

Wir haben oben dargelegt, dass die Verringerung der Eiweißmenge, die uns beim Nothbedarf entgegentritt, ein bedenklicher Vorgang ist; wir sehen, wie viel bei dem ganzen Erfolge darauf ankommt, in welcher Form die Eiweißmenge zugeführt wird. Die niedrigsten Eiweißmengen lassen sich nur bei sehr wenigen Nahrungsmitteln, welche aber in der That zu Volksnahrungsmitteln geworden sind — Kartoffel, Reis, Mais — erreichen, was den Zweck der Anwendung sehr erschwert. Der unteren Grenze des Eiweißbedarfs wird kein Verständiger zu nahe rücken das Experiment, den kleinsten Eiweissbedarf zu suchen, ist wissenschaftlich von höchster Bedeutung; in der praktischen Ernährungslehre aber wollen wir dieser Grenze ferne bleiben. Jede noch so geringe Änderung der Ausnutzung würde sofort einen Verlust von Eiweiß vom Körper bedingen, der dann nicht mehr ersetzt werden kann. Zu geringe Eiweißmengen neben reichlichen Kohlehydraten geben namentlich zur Gefahr einer Fettablagerung Veranlassung.

Eine spärliche Eiweißzufuhr erschwert außerordentlich den Ansatz und die Ausbildung der Muskeln; es empfiehlt sich aber offenbar noch aus anderen Gründen, die Eiweißmenge nicht zu klein zu nehmen. Das Eiweiß scheint in hohem Grade befähigt, den Drüsen als Reiz zu dienen. Die Eiweißzufuhr vermehrt die Drüsensecrete, z. B. die Gallenbildung. Unter seinem Einflusse laufen in den Drüsenzellen offenbar recht lebhafte Umbildungsprocesse ab. Diese Änderungen müssen für die Aufnahme und rasche Resorption der Speisen von höchster Bedeutung sein. So wenig es für die Entwickelung und gute Functionierung der Muskeln gleichgiltig ist, ob wir sie üben und zur Thätigkeit anspannen oder nicht, ebensowenig kann die Thätigkeit oder Ruhe der Drüsen ganz gleichgiltig sein. Die regere Drüsenthätigkeit schaltet auch ihrerseits die Muskeln in ihrer wärmeregulatorischen Thätigkeit aus und erhöht unser Behaglichkeitsgefühl. Es ist daher keineswegs das Streben nach Verbesserung der Kost nur eine Hebung des Geschmacksbedürfnisses, sondern es hat sachlichen Grund, wenn thunlichst durch einen Eiweißzusatz die Kost verbessert wird.

Will man etwa, weil auch ein Kräftiger mit 6 Pfund Kartoffeln einen Tag auskommen kann, jede darüber hinausgehende Forderung als einen Luxus bezeichnen?

Welche Bilder die kümmerliche Ernährung erzeugt, kann man in großen Städten zur Genüge beobachten. Wir halten daher eine Kost, welche dem kräftigen Manne weniger als 118 *g* Eiweiß in gemischter Nahrung bietet, als zu gering; die Kost der besser Bemittelten enthält, auch ohne Übermaß im Fleischgenuss, weit mehr an Eiweißstoffen. Wir bedürfen im allgemeinen keiner weiteren Degradation der Volksernährung, sondern einer Hebung derselben.

Die speciellen Aufgaben der Ernährung bei gewissen Lebensbedingungen, z. B. in Krankenhäusern, Gefängnissen, Pflegeanstalten, beim Soldaten, beim Kinde u. s. w. werden bei den betreffenden Capiteln besonders abgehandelt werden.

Die Untersuchung der Kost.

Die Untersuchung der Kost ist eine Aufgabe, welche an den Arzt, wie Verwaltungsbeamten sehr häufig herantritt. Man verfährt dabei so, dass man in den Anstalten die in der Küche zur Verwendung kommenden Materialien genau abwiegt und die Anzahl der Personen bestimmt, für welche abgegeben wird. Für die Nahrungsmittel werden dann die bekannten Mittelzahlen der Zusammensetzung, wie wir sie z. B. früher gegeben haben, zu Grunde gelegt.

Von den Speisen müssen selbstverständlich alle Abfälle, die sich in der Küche ergeben, abgezogen werden; so z. B. bei dem Gemüse, das sehr reichlich solche liefert. Bei dem Fleische soll wenigstens an dem einen oder anderen Tage bestimmt werden, wie viel Knochen und Fettgewebe vorhanden sind und wie viel genussfähiges Fleisch erhalten wird. Man darf annehmen, dass z. B. bei dem im Großen eingekauften Fleische 8·6 Fett, 8·4 Procent Knochen und nur 83 Procent reines genussfähiges Fleisch sind.

Im Detailverkauf erhält man noch weit mehr Knochen und Fett.

Bei diesen Berechnungen wird vorausgesetzt, dass die verausgabten Portionen wirklich ganz verzehrt werden. Dies ist aber nicht immer der Fall; daher bleibt es für genaue Untersuchungen erwünscht, auch die Überbleibsel zu untersuchen; Fleischstücke oder Brot sollen von den übrigen Bestandtheilen getrennt gesammelt werden. Die übrigen Rückstände, Suppen, Gemüse etc. lassen sich gleichmäßig mischen. Man nimmt eine bestimmte Menge weg, trocknet bei 100° und bestimmt außerdem den Stickstoffgehalt nach Kijeldahl, sowie durch Extraction mit Äther den Fettgehalt und durch Glühen den Aschegehalt. Den gefundenen Stickstoffgehalt multipliciert man mit 6·25 und berechnet damit den „Eiweißgehalt“. Eiweiß, Fett und Asche von 100 abgezogen geben den „Kohlehydratgehalt“.

Diese Methode hat noch mancherlei Unvollkommenes an sich; für die aber zur Zeit für die Praxis der Ernährungslehre lösbaren Fragen reicht sie vollkommen aus:

Hat man die auf den Tag und für eine Person treffenden Eiweiß-, Fett- und Kohlehydratmengen erfahren, so wird die Kost noch weiter beurtheilt:

1. Nach der Menge der vorhandenen verbrennlichen Stoffe;
2. nach der Menge des vorhandenen Eiweißes, der Fette und Kohlehydrate;
3. hinsichtlich ihrer Ausnutzbarkeit und der Zweckmäßigkeit der verwendeten Genussmittel und anderen früher gegebenen Gesichtspunkten.

Bei Beurtheilung einer Kost muss genauestens darauf geachtet werden, ob die der Untersuchung unterzogenen Personen die Möglichkeit haben, etwa außer der Anstaltskost auch andere Nahrungsmittel aufzunehmen

Vertheilung der Speisen auf die einzelnen Mahlzeiten.

Zur Speiseaufnahme muss unter allen Umständen genügend Zeit vorhanden sein, und diese letztere ist keineswegs sehr kurz zu bemessen. Die Soldaten im Felde leiden nicht selten weniger an Mangel von Nahrungsstoffen, als vielmehr häufig unter der Schwierigkeit, eine genügende Menge von Speisen in Ruhe aufzunehmen (Forster). So geht es auch nicht selten der Fabriksbevölkerung, der die kurzen Mittagspausen den Genuss der Mahlzeit verkümmern. Die Speisen dürfen etwa nicht nur hastig verschluckt, sondern sie müssen zum großen Theile erst gründlich gekaut werden. Man darf im Mittel annehmen, dass wir bei gemischter Kost etwa zwei Stunden des Tages mit dem Essen zubringen (Tuczek). Sobald aber die Speise etwa durch zu reichlichen Brotgenuss oder durch überreichliche Gewährung von Vegetabilien sehr voluminös wird, dann essen wir weit länger. Meist wird dann nicht in drei, sondern in fünf und mehr Mahlzeiten die Speise aufgenommen. Wer einmal eine recht einseitige Ernährung, z. B. ausschließlich Brot-, Kartoffelkost u. dgl. an sich selbst erfahren hat, wird wissen, wie endlos lange es dauert, bis man eine zur Erhaltung ausreichende Menge dieser Speisen genossen hat.

Bei Arbeitern, welche sehr bedeutende Kraftleistungen zu machen haben, findet man auch häufig die Vermehrung von drei auf fünf Mahlzeiten, auch bei guter Kost. Es sind überhaupt mehr und kleine **Mahlzeiten besser, als wenige und große.**

Die Zeit der Mahlzeiten und die Menge des bei der einzelnen Mahlzeit Verzehrten unterliegt nach Landessitte mancherlei Verschiedenheiten. Besonders in südlichen Ländern finden wir vielfach die Hauptmahlzeit nach den Abendstunden zu gelegt, jedoch so, dass bis zur Schlafzeit immerhin noch mehrere Stunden dazwischen liegen.

In unseren Klimaten dagegen pflegt die erste Mahlzeit bald nach dem Erwachen eingenommen zu werden, die zweite um Mittag, die dritte zwischen 7 und 8 Uhr abends. Fasst man die bis jetzt über dieselbe vorliegenden Erhebungen von Voit und Forster für München, von Jürgensen für Kopenhagen gemachten zusammen, so enthält von den während eines Tages aufgenommenen Nahrungsstoffen:

	Die erste Mahlzeit.	Die zweite Mahlzeit.	Die dritte Mahlzeit
Von den Eiweißstoffen	1/10	4/10	5/10
Vom Fett	1/10	5/10	4/10
Von den Kohlehydraten	1/5	2/5	4/10

Von der Gesammtmenge der in den Nahrungsstoffen lagernden Verbrennungswärme, welche im Tage zugeführt wird, nimmt man 20 Procent mit dem Frühstück, 46 Procent mit dem Mittagessen und 34 Procent mit dem Abendbrot ein. Trifft das Frühstück auf 6 Uhr morgens, die Mittagszeit auf 12 Uhr mittags, die Abendmahlzeit auf 7 Uhr, so hat das Frühstück für 6 Stunden, die Mittagmahlzeit für 7 Stunden, die Abendmahlzeit aber für 11 Stunden die Ernährung zu unterhalten; durch die Ruhe und den Schlaf wird jedoch der Verbrauch an Stoffen stark herabgesetzt. Deshalb reicht die nicht bedeutende Abendmahlzeit nicht allein hin, die Stoffzersetzung zu unterhalten, sondern wir lagern sogar

gewisse Zwischenproducte, wie das Glykogen, während der nächtlichen Ruhezeit in den Muskeln ab und machen diese zu sofortiger intensiver Arbeitsleistung des Morgens tauglich. Daher haben wir auch Morgens sehr häufig noch gar keinen so heftigen Hunger, als man bei der Länge der Zeit, die zwischen der letzten Mahlzeit liegt, denken möchte.

Öffentliche Maßregeln bezüglich der Ernährung.

Öffentliche Maßregeln, welche zur Hebung der Ernährung in den breiten Schichten des Volkes beitragen könnten, gibt es — von der Nahrungsmittelpolizei abgesehen — zur Zeit kaum.

Zunächst bedürfte man einer Reihe baupolizeilicher Maßregeln, um die Übelstände zu beseitigen, welche man so häufig bei den Küchenanlagen vorfindet. Die Küchen sind vielfach dunkel, schlecht ventilierbar. Sie dienen häufig zum Kleiderreinigen, Schuheputzen und anderen stäubenden Arbeiten oder auch als Waschküchen. Das sind alles Missstände, welche zum großen Theile auch durch Belehrung des Publicums beseitigt werden könnten.

Baupolizeilich müsste auch in der Anlage auf den Keller, der für Nahrungsmittel benutzt werden soll, Rücksicht genommen werden. Geradezu kläglich steht es meist mit den Speisekammern. Nicht selten ist der kleine Raum zu gleicher Zeit als Mägdekammer verwendet, oder er steht mit den Abtritträumen in directer oder indirecter Beziehung.

Durch polizeiliche Maßnahmen ließe sich sicherlich wenigstens bei den Küchen von Gasthöfen und Wirthsäusern eine Verbesserung der jetzigen Zustände erreichen. So gut man schließlich Logierhäuser bis ins kleinste Detail überwacht, könnte man dies für die Gasthäuser auch verlangen.

Hinsichtlich der Hebung der Volksernährung befinden wir uns zum Theil noch in den Anfängen, wenn schon die letzteren mancherlei gute Zukunft erhoffen lassen.

Ein großes Feld steht in dieser Hinsicht der Wohlthätigkeit offen; welch enorme Sterblichkeit ergibt sich zu jeder Zeit, besonders aber zur heißen Jahreszeit, für die Kinder in großen Städten! Man könnte durch unentgeltliche Verabreichung von Milch für arme Kinder manche dieser Geschöpfe retten; namentlich aber würde es sich empfehlen, während der Sommermonate sterilisierte Milch abzugeben. Es kommt weniger darauf an, dass man den Kindern möglichst fette oder gleichmäßig zusammengesetzte Milch gibt, als darauf, dass diese Milch steril sei. Die minder Bemittelten sind meist nicht in der Lage, den Sterilisierungsapparat sich anzuschaffen. Es würde für solche manchmal schon genügen, gegen Bezahlung die Milch sterilisiert abzugeben.

Eine zweite wesentliche Wohlthätigkeitsanstalt sind die von dem Grafen Rumford in München zu Ende des 18. Jahrhunderts ins Leben gerufenen Suppenanstalten. Rumford hat bekanntlich auch die Ingredienzien zur Herstellung billiger Suppen, die alle — meist dick eingekocht — eine nicht unerhebliche Menge von Nahrungsstoffen enthalten, angegeben. Sie haben vielfach zur Hebung der größten Noth,

z. B. in manchen Hungerjahren in Ostpreußen, gute Dienste gethan; doch enthalten sie nicht genug, um eine volle Mittagsmahlzeit zu ersetzen. Voit berechnet für eine Portion der Suppenanstalt 15 *g* Eiweiß, 2 *g* Fett, 57 *g* Kohlehydrate.

Aus diesen primitiven Anfängen heraus haben sich dann allmählich die Volksküchen entwickelt, welche keine Wohlthätigkeitsanstalten sind, sondern gegen Bezahlung für den allergeringsten Preis ihre Speisen abgeben. Solche Anstalten müssen thunlichst der Geschmacksrichtung des Volkes sich anschmiegen; sie können aber doch auch einen heilsamen Einfluss auf die Verbesserungen der Lebensgewohnheiten ausüben. Gesund müssen die verwendeten Nahrungsmittel sein, dagegen soll aller Luxus möglichst ferne bleiben.

Mit Zugrundelegung der zahlreichen Erfahrungen in Volksküchen hat Voit gefunden für die Mittagsmahlzeiten dieser Anstalten:

59 *g* Eiweiß, 34 *g* Fett, 160 *g* Kohlehydrate.

Es sollen etwa 150 *g* Rindfleisch darin enthalten sein (mit 15 Fett), der Rest von 29 Eiweiß, 19 Fett, 160 Kohlehydrate wird durch Suppen, Gemüse, Brot gedeckt. An Stelle des Rindfleisches kann man auch Anderes, wie Kalbfleisch, Schweinefleisch, Würste, Leber, Lunge verabfolgen.

In den meisten Volksküchen besteht ein festes Menu für den Tag; man darf nicht glauben, dass etwa dabei eine Einförmigkeit der Ernährung stattfindet; es lässt sich sogar eine recht weitgehende Abwechslung bieten.

Aus den zahlreichen Recepten Voit's seien folgende beispielsweise angeführt:

Semmelsuppe, Rindfleisch mit Gemüse aus weißen Bohnen, Kartoffeln.

	g	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
Semmel	50	5	—	30
Fett	5	—	5	—
Rindfleisch	150	30	15	—
Weißbohnen	80	20	—	44
Mehl	10	1	—	7
Kartoffeln	146	3	—	32
Fett	14	—	14	—
Schwarzbrot	81	9	—	—
	536	68	34	160

Erbsensuppe, Kalbsbraten, Kartoffelsalat.

	g	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
Erbsen	50	11	1	29
Fett	19	—	19	—
Kalbfleisch	161	30	2	—
Kartoffeln	380	8	—	—
Öl	12	—	12	47
	622	49	34	76

Brennsuppe, Blut- und Leberwürste, Sauerkraut:

	g	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
Mehl	30	3	—	22
Fett	10	—	10	—
Leberwürste	200	34	27	—
Sauerkraut	380	6	—	28
Kartoffeln	190	4	—	41
Schwarzbrot	81	9	—	47
	891	56	37	638

In manchen Volksküchen gibt man nicht ein bestimmtes, festes Menu ab, sondern der Besucher kann nach Belieben sich eine Kost zusammenstellen. Dieser Betrieb ist etwas theurer als der erstgenannte. Man erhält in Glasgow für 10 Pence:

1 *l* Bouillon,
31 *g* Fleisch,
1 Ei,
125 *g* Pudding,
250 *g* Reis,
350 *g* Kartoffeln,
250 *g* Brot,
1 Portion Kaffee,
1 Portion Bier.

Die Herstellung der Kost wird sich aber doch bei fester Speisekarte besser machen lassen, als bei dieser immerhin beschränkten Auswahl.

Nach dem Vorbild der Volksküchen sind in vielen Städten auch Küchen, in denen das erste Frühstück abgegeben wird, Volkskaffeehäuser, eingerichtet.

Küchenwesen und Essgeschirre.

Unsere meisten Nahrungsmittel müssen, bevor sie zum Genusse gelangen, erst zu Speisen zubereitet und nicht selten längere Zeit aufbewahrt werden. Die Art der Zubereitung, sowie die hierzu nöthigen Behelfe sind für die Zuträglichkeit und gesunde Beschaffenheit der Speisen von nicht zu unterschätzendem Einflusse. Es verdienen deshalb auch alle jene Localitäten und Geräthschaften, die zum Aufbewahren und zur Zubereitung der Victualien und Speisen dienen, hygienische Beachtung.

Es ist selbstverständlich, dass sich die Privatküchen der Aufsicht und Controle entziehen. Dagegen sollten Küchen, in welchen die Kost für Pfleglinge der Öffentlichkeit oder des Staates bereitet wird (Küchen in Kasernen, Gefangenhäusern, Irrenanstalten, Siechenhäusern u. s. w.), stets unter der Aufsicht oder wenigstens Controle stehen.

Von einer guten Küche muss verlangt werden, dass sie geräumig, ventilierbar, hell sei, dass in ihr die größte Ordnung und die minutiöseste Reinlichkeit herrsche, dass alles Geschirr und Geräth sofort gereinigt auf seinen bestimmten Platz komme, dass in derselben weder geschlafen noch andere, namentlich nicht staubende Arbeiten vorgenommen werden.

Zur Aufbewahrung von Gemüse, Fleisch, Milch, Butter u. s. w. sollen separate, trockene, luftige, entsprechend kühle Räume (Eisschränke, Eiskeller, Speiseschränke u. s. w.) vorhanden sein.

Das Küchen- und Essgeschirr soll möglichst wenig Rippen, Verzierungen, Vertiefungen u. s. w. haben, in- und auswendig möglichst glatt sein und jede Unreinlichkeit rasch entfernen lassen. Bei der Wahl des Materials für Küchen- und Essgeschirre sollte nicht bloß die Rücksicht auf den Zweck des Gegenstandes, sondern auch die Erwägung leitend sein, ob nicht schädliche Substanzen aus denselben in die Speisen

und Getränke übergehen können. In gesundheitlicher Beziehung tadelloses Material ist Glas, Porzellan mit Glasur aus Feldspat und Quarz, und Steingut, wenn die Glasur desselben durch starkes Erhitzen bis zum Glasigwerden des Thones oder durch Verflüchtigung unter Zusatz von Kochsalz (s. Gewerbehygiene) bewerkstelligt wurde. Diese Materialien geben nicht das Geringste an die Speisen ab, sind wegen ihrer Glätte leicht zu reinigen und lassen Schmutz leicht erkennen. Holzgeschirre und Holzgeräthschaften, die zu Küchenzwecken dienen, haben den Übelstand, dass in die Poren des Holzes leicht Speiseflüssigkeit eindringt, daselbst vertrocknet und die Holzwände, wenn nicht nach jedesmaligem Gebrauche die gründlichste Rei nigungstattfindet, mit zersetzbaren Stoffen aller Art verunreinigt. Es ist deshalb zweckmäßig, das Holz, wo es angeht, durch geeignetes Material zu ersetzen.

Von metallenen Geschirren sind silberne, ferner aus reinem Zinn bestehende, sowie untadelhaft verzinnte, vom gesundheitlichen Gesichtspunkte unbedenklich. Doch sei bezüglich zinnener und verzinnter Geschirre bemerkt, dass im Handel sehr viel Geschirr vorkommt, dessen Zinn stark bleihaltig ist. Ein kleiner Bleigehalt ist der Verwendung des Zinnes zu Essgeräthen nicht gerade abträglich. Im allgemeinen wird angenommen, dass erst ein 10 Procent übersteigender Bleigehalt des Zinnes gefährlich werden kann, weil dann das Blei, weniger fest mit Zinn legiert, leicht in kochsalz-, säure- und zuckerhaltige Speisen übergehen kann. *)

Unverzinnte kupferne Geschirre sind sehr bedenklich. Wenn saure Speisen darin gekocht werden und bis zum Erkalten stehen bleiben, so bildet sich Grünspan, der bekanntlich sehr giftig wirkt. Gut verzinnte Kupfergeschirre sind dagegen ungefährlich. Mit der Zeit wird jedoch die beste Verzinnung abgerieben, und die rein röthliche Kupferfläche kommt zum Vorschein. Es muss dann eine Wiederverzinnung stattfinden.

Eisernes Kochgeschirr wird leicht rostig und verleiht dann den Speisen einen Tintengeschmack. Wird es aber rein gehalten oder entweder durch Verzinnung oder durch ein bleifreies Email vor Rost geschützt, so ist es unbedenklich. Trefflich bewährt sich Kochgeschirr aus verzinntem Bessemerstahl.

Geschirr aus Zink oder aus Legierungen, die Zink, Kupfer enthalten, wie z. B. Neusilber, Chinasilber, Alpacca u. s. w., sollte stets versilbert sein. Hat sich die Versilberung abgerieben oder wird solches Geschirr ohne Silberüberzug verwendet, so gibt es an die Speisen leicht Metall ab.

Bei der Untersuchung der Glasur von Geschirren zur Beantwortung der Frage, ob in denselben Blei in solcher Form und Menge enthalten sei, dass dasselbe in Speisen übergehen könne, kocht man die zu untersuchenden Geschirre längere Zeit hindurch unter häufigem Umschwenken mit starkem Essig aus und prüft die so erhaltene Lösung zuerst mit Schwefelwasserstoffwasser, welches in der Lösung einen schwarzen, und dann mit Schwefelsäure, welche einen weißen Niederschlag erzeugt, wenn Blei vorhanden ist.

---

*) Nach dem deutschen Gesetz vom 25. Juni 1887 sind Legierungen mit mehr als 10 Procent Blei für Koch- etc. Geschirre verboten; die Verzinnung an der Innenseite darf nicht mehr als 1 Procent Blei enthalten. Glasuren und Email, welche nach halbstündigem Kochen mit vierprocentiger Essigsäure Blei abgeben, sind verboten.

Bei verzinntem Geschirr verräth sich ein größerer Bleigehalt durch einen matten bläulichen Glanz und durch den Umstand, dass eine solche Verzinnung leicht abfärbt.

Literatur: Voit, Ernährung, Hermanns Handbuch der Physiologie Bd. VI. — Forster, Ernährung und Nahrungsmittel, Handbuch der Hygiene I. — Rubner, Zeitschrift f. Biol. XIX, XXI, XXII. — v. Voit, ibid. XXV. — Fr. Hofmann, Die Bedeutung der Fleischnahrung, Leipzig 1880. — Prausnitz, Zeitschr. f. Biol. XXV. u. Bd. XXVI. — E. Voit u. Constantinidi, Über die Kost eines Vegetariers, ibd. XXV. — Lusk, Einfluss der Kohlehydrate auf den Eiweißzerfall. Zeitschr. f. Biol. XXVII. — v. Rechenberg, Die Ernährung der Handweber. Leipzig 1890. — Hultgren u. Landergren, Die Ernährung des schwedischen Arbeiters, Stockholm 1891.

—

Achter Abschnitt.

Nahrungs- und Genussmittel.

Erstes Capitel.

Die Beurtheilung normaler Nahrungs- und Genussmittel.

Die Nahrungs- und Genussmittellehre hat die Aufgabe, in erster Linie die große Zahl animalischer und vegetabilischer Stoffe darzulegen, welche die unerschöpfliche Quelle unseres Nahrungsvorrathes bilden, ferner die Herkunft und Gewinnungsweise sowie die nähere Zusammensetzung dieser Producte zu erörtern. Die Erkenntniß gibt uns überraschende Fingerzeige für das Eingreifen von Verbesserungsbestrebungen der täglichen Kost.

In gleichem Grade würde es unzweifelhaft von Bedeutung sein, auch die Veränderung aller Rohmaterialien durch die Kochkunst kennen zu lernen; aber hiermit überschreiten wir die Grenzen wissenschaftlicher Bearbeitung des vorliegenden Materials und wir können nur in kurzen, aphoristischen Bemerkungen dieser bedeutungsvollen Seite Rechnung tragen.

Die hygienische Beurtheilung der Nahrungs- und Genussmittel erschöpft sich mit der Darlegung des Vorkommens und der Zusammensetzung derselben keineswegs, dieselbe geht vielmehr über diese engere Grenze der Nahrungs- und Genussmittellehre weit hinaus, indem sie auf Grund experimenteller Untersuchungen die Erkenntnis der Einwirkung der Nahrungs- und Genussmittel auf den menschlichen Organismus als ihr Hauptziel betrachtet.

Wir haben uns dabei mit der Frage der Ausnutzbarkeit der einzelnen Nahrungsmittel zu beschäftigen; nicht die chemische Zusammensetzung erzeugt den Wert und Unwert einer Speise, sondern die Resorbierbarkeit bestimmt ihn. Man ist gewohnt, nur bei Arzneimitteln zu fragen, wie viel im Tage ein Mensch vertragen könne, doch muss man sich auch bei den Nahrungsmitteln klar sein, wie weit man in der Menge der Darreichung bei den Einzelnen gehen kann, wenn man die Zwecke der Ernährung nicht beeinträchtigen will, und wie man die Grenze günstigster Resorbierbarkeit nicht überschreitet.

Auch die Eigenart eines Nahrungsmittels macht sich bei der Ernährung sehr wesentlich geltend, insoferne manche besonders geeignet sind, einen geringen Eiweißverbrauch zu ermöglichen, manche dagegen nicht. Wir erinnern an das oben über Brot, Kartoffeln u. dgl. Gesagte.

Die Combination der Speisen in unserer Kost bestimmt man theilweise nach der Geschmacksempfindung, aber sie hat auch noch eine mehr materielle Bedeutung, insoferne Ausnutzbarkeit und Resorbierbarkeit der Speisen davon abhängen.

So sind es also, von der chemischen Zusammensetzung abgesehen, zahlreiche Eigenthümlichkeiten und Besonderheiten, auf welche unsere Aufmerksamkeit bei Beurtheilung der Nahrungs- und Genussmittel gelenkt werden muss. Die Interessen des Hygienikers und Arztes, wie jene des Nahrungsmittelchemikers decken sich durchaus nicht.

Gesundheitsschädliche Nahrungs- und Genussmittel.

Die Nahrungs- und Genussmittel sind für uns leider nicht nur Mittel zur Erhaltung des Lebens, sowie die Spenderinnen der reichsten Tafelgenüsse, sondern leider nur zu oft die Quelle der Erkrankung und des Todes.

In unzähligen Fällen bilden Verdauungsstörungen, durch die nicht normale Beschaffenheit der Speisen hervorgerufen, den Ausgangspunkt für schwere Erkrankungen. Wie häufig der normale Ablauf der Processe in dem Verdauungscanal gestört wird, kann Jeder, der die Empfindungen, welche von letzterem aus erregt werden, aufmerksamer verfolgt, unschwer erkennen und vielerlei Gesundheitsstörungen werden in ihrer eigentlichen Ursache und Beziehung zur Nahrung nicht einmal erkannt und irgend welchen anderen Umständen zugeschrieben. Manche klagen über den „schlechten Magen“ und „schlechte Verdauung“, wo vielmehr die schlechte Speise oder schlechter Trank die Ursache bilden.

Die Erkrankungen durch ungesunde Nahrungs- und Genussmittel entziehen sich bezüglich ihrer Häufigkeit unserer Erkenntnis, weil einerseits die unmittelbar und acut folgenden Erscheinungen keine sehr bedrohlichen sind, die folgende Appetitlosigkeit oder Ausstoßung aus dem Darmcanal ein selbstthätig der Heilung zustrebendes Princip darstellt, und weil diese Erkrankungsformen so häufig sind, dass sie „alltäglich“ erscheinen.

Doch nehmen sie bisweilen einen heftigen Charakter an; die Symptome werden bedenkliche, die Schäden nachhaltiger und nicht selten tritt der Tod ein. Solche explosionsartig und epidemisch auftretende Vergiftungen sind es, welche bestürzend auf die Laien wirken und für einige Zeit wenigstens das Interesse für die behandelten Fragen wachrufen. Dahin gehören die Fälle von Fleischvergiftung, die Fälle von Wurstvergiftung (Botulismus), die Trichinose, die Kriebelkrankheit, das Pellagra. Wo aber solche Erkrankungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederkehren, verliert sich, trotz der großen Zahl von Opfern, welche sie auch fordern mögen, das Interesse an denselben und das Gefühl der Abwendbarkeit. So verhält es sich mit der auf Ernährungsstörung beruhenden, zahllose Opfer in jedem Jahre fordernden Sommerdiarrhöe. So ver-

hält es sich aber oft auch mit der Fleischvergiftung und Trichinose bei Erwachsenen. Obschon die öffentliche Meinung nach jeder derartigen Epidemie thunlichst bearbeitet wird, Fleischspeisen in rohem Zustande nicht lange aufzubewahren und sie vor dem Genusse genügend gar zu kochen, so wird man bei Gebildeten wie Ungebildeten die gleiche Nachlässigkeit finden und nur so wird es erklärlich, dass Gegenden, welche an dem Genusse des Fleisches in rohem Zustande fest halten, innerhalb weniger Jahre in regelmäßiger Wiederkehr von schweren Epidemien heimgesucht wurden.

Die Verderbnis der Nahrungs- und Genussmittel ist zum Theil eine autochthone; sehr viele gehen bei genügender Feuchtigkeit und geeigneter Temperatur, sich selbst überlassen, in Zersetzung über, die je nach der Art der Einwirkung der niederen Organismen für unsere Sinne mehr oder minder offenkundig wird; das Fleisch fault, Gemüse zersetzen sich unter Erzeugung schlecht schmeckender Zersetzungsproducte, Brot und Früchte werden durch Schimmelpilze ungenießbar. Bisweilen dienen die Nahrungsmittel auch bestimmten Parasiten als Wohnort. Die Trichinen und Finnen bewohnen das Muskelfleisch, der Echinococcus hauptsächlich die Leber, Claviceps purpurea das Getreidekorn. Nicht minder häufig aber dürften die Nahrungsmittel bei der Übertragung von anderen Krankheitskeimen eine wichtige Rolle spielen (Milzbrand, Rotz, Tuberculose u. s. w.).

Ungleich häufiger als durch die autochthone Verderbnis der Nahrungs- und Genussmittel wird unsere Gesundheit ein Opfer der Verfälschungen, welche die ersteren erleiden; ja diese Kunst der Fälschung hat sich mit zunehmender Entwickelung unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse in gleichem Schritt vervollkommnet.

Die Gefahren durch die Nahrung sind daher äußerst mannigfaltige. Die Hygiene hat auch die Maßregeln anzugeben, durch welche diese auf mannigfachen Wegen zu Stande kommenden Schädlichkeiten erkannt oder im allgemeinen ihre Entstehung verhütet werden kann. Naturgemäß erfordern besondere Aufmerksamkeit die Methoden des Nachweises von Verfälschungen und deren Verhütung.

Das öffentliche Interesse verlangt dringend, dass der Staat den Schutz der Nahrung übernimmt; in den meisten Fällen dürfte dies auch heutzutage, wenn schon in verschieden guter Durchführung, der Fall sein.

Der Schutz ist nur wirksam, wenn die zum Verkauf ausgebotenen Nahrungs- und Genussmittel häufig untersucht werden, und zwar durch Behörden, welche Gewähr für die Erkenntnis von Verfälschungen bieten; ferner wenn die Verkäufer strafbar sind, auch wenn sie nicht selbst die Fälschung vorgenommen, sondern nur verabsäumt haben, sich über die normale Beschaffenheit der Ware zu unterrichten, endlich wenn das Publicum so weit durch öffentliche Belehrung unterrichtet wird, dass es im Zweifelsfalle die zur Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln eingerichteten Anstalten sofort in Anspruch nimmt.

In größeren Städten ist es zum Zwecke der Beaufsichtigung und Durchführung der Nahrungsmittelcontrole wünschenswert, den Verkauf von Nahrungsmitteln in eigens errichteten Schlachthäusern und in den Markthallen zu concentrieren.

Die Nahrungs- und Genussmittel sind in Deutschland unter den Schutz des Gesetzes vom 14. Mai 1879 gestellt, dessen wesentliche Grundsätze folgende sind:

§. 1. Der Verkehr mit Nahrungs- und Genussmitteln, sowie mit Spielwaren, Tapeten, Farben, Ess-, Trink- und Kochgeschirr und mit Petroleum unterliegt der Beaufsichtigung nach Maßgabe dieses Gesetzes.

§. 2. Die Beamten der Polizei sind befugt, in die Räumlichkeiten, in welchen Gegenstände der in § 1 bezeichneten Art feilgehalten werden, während der üblichen Geschäftsstunden oder während die Räumlichkeiten dem Verkehr geöffnet sind, einzutreten.

Sie sind befugt, von den Gegenständen der in § 1 bezeichneten Art, welche in den angegebenen Räumlichkeiten sich befinden oder welche an öffentlichen Orten, auf Märkten, Plätzen, Strassen oder im Umherziehen verkauft oder feilgehalten werden, nach ihrer Wahl Proben zum Zwecke der Untersuchung gegen Empfangsbescheinigung zu entnehmen.

§. 9 Wer den Vorschriften . . . zuwider den Eintritt in die Räumlichkeiten, die Entnahme einer Probe oder die Revision verweigert, wird mit Geldstrafen von 50 bis 150 Mark oder mit Haft bestraft.

§. 10. Mit Gefängniß bis zu 6 Monaten und mit Geldstrafe bis zu 1500 Mark oder mit einer dieser Strafen wird bestraft:

1. Wer zum Zwecke der Täuschung in Handel und Verkehr Nahrungs- und Genussmittel nachmacht oder verfälscht.

2. Wer wissentlich Nahrungs- oder Genussmittel, welche verdorben, nachgemacht oder verfälscht sind, unter Verschweigung dieses Umstandes verkauft oder unter einer zur Täuschung geeigneten Bezeichnung feil hält.

§. 11. Ist die in § 10,Nr. 2, bezeichnete Handlung aus Fahrlässigkeit begangen worden, so tritt Geldstrafe bis zu 150 Mark oder Haft ein.

Harte Strafen werden in jenen Fällen ertheilt, in denen die Nahrungs- und Genussmittelverfälschung die Gesundheit oder das Leben gefährdet (Zuchthausstrafe nicht unter zehn Jahren bis zu lebenslänglicher Zuchthausstrafe).

Es ist übrigens nothwendig, dass man sich den Begriff der Nahrungs- und Genussmittelfälschung möglichst klar mache. Darin, dass ein Gegenstand künstlich nachgemacht oder verschlechtert ist, wird man an und für sich eine strafbare Handlung noch nicht erkennen können. Denjenigen z. B., welcher Wein künstlich ohne Rebensaft herstellt, oder welcher Milch durch einen Zusatz von Wasser verdünnt, diese Fabricate und Mischungen aber ausdrücklich als Kunstwein und als mit Wasser verdünnte Milch feilhält, wird man nicht einer strafbaren Handlung zeihen dürfen. Es wird daher von einer strafbaren Handlung nur dann die Rede sein können, wenn das der Ware gegebene Aussehen, die Benennung, Bezeichnung, überhaupt der Schein ihrem Wesen nicht entspricht. Dies kann entweder dadurch entstehen, dass das künstliche Fabricat als Naturproduct ausgegeben, dass der Ware der Anschein einer besseren Beschaffenheit gegeben wird, als ihrem Wesen entspricht, oder dadurch, dass eine Verschlechterung, welche in ihrem Wesen eingetreten ist, verheimlicht, verdeckt, nicht erkennbar gemacht wird. Wer z. B. rohem, nicht mehr frischem Fleisch durch künstliche Mittel das Aussehen von frisch geschlachtetem gibt, wer schlechter, dünn flüssiger Milch durch Zusatz von Stoffen das Aussehen guter Milch verleiht, wer bereits gebrauchten Theeblättern durch Färben oder Bestäuben das Aussehen noch nicht gebrauchter verschafft, wer einer Ware durch Bezeichnung, Etikettierung eine Benennung beifügt, welche ihrem Wesen nicht entspricht, z. B. Kunstbutter als Butter bezeichnet, versieht sie mit dem Anschein einer besseren Beschaffenheit.

Denselben Zweck, nur mit Mitteln entgegengesetzter Richtung, verfolgt, wer die Sache verschlechtert — sei es durch Entnehmen von Stoffen (z. B. Abrahmen der Milch) oder Zusetzen von Stoffen (z. B. Wasserbeimischung zur Milch, zum Bier, Beimengung von aus Thon nachgemachten Kaffeebohnen zum Kaffee u. s. w.) oder auf andere Weise — und die verschlechterte Ware als eine nicht verschlechterte d. h. unter Verschweigung der Verschlechterung oder unter einer Bezeichnung, welche den Kauflustigen über die eingetretene Verschlechterung zu täuschen geeignet ist, feilhält. Dem letzteren Fall der Verfälschung ist jener gleichzustellen, in welchem die Verschlechterung nicht durch ein Thun, sondern durch einen natürlichen Process eingetreten ist und dieser verschwiegen oder nicht erkennbar gemacht wird.

Von dem Vorhandensein einer rechtswidrigen, gewinnsüchtigen Absicht die Strafbarkeit und Beanstandung abhängig zu machen, erscheint nicht angezeigt, da, wenn auch eine solche Absicht bei einem wissentlichen Verkauf oder Feilhalten der bezeichneten Gegenstände in der Regel vorausgesetzt werden kann, doch auch Fälle denkbar sind, wo ein Gewinn nicht beabsichtigt wird, ohne dass damit die Handlung ihres wesentlich durch die fälschliche Beschaffenheit der Ware begründeten strafwürdigen Charakters entkleidet wird.

Die Production der Nahrungs- und Genussmittel.

Die Möglichkeit der guten Ernährung eines Volkes ist nur gegeben, falls die Nahrungs- und Genussmittel billig, ihre Production oder der Import genügend sind. Der Staat hat daher das lebhafte Interesse zunächst der Wahrung der Production sein Augenmerk zuzuwenden; es decken sich hierin hygienische wie volkswirtschaftliche Aufgaben so sehr, dass es nicht leicht sein dürfte zu entscheiden, wo das Schwergewicht der Verantwortung ruht.

Alles, was die Urproduction zu heben in der Lage ist, bringt der Nahrungsmittelproduction Nutzen. Die Landgewinnung und Urbarmachung schlechten Bodens, die Förderung der landwirthschaftlichen Kenntnisse, die Verbesserung der landwirtschaftlichen Maschinen, Umgestaltung veralteter und unzweckmäßiger Einrichtungen der Mühlengewerbe, Einführung neuer ertragreicherer Pflanzen, Hebung der Viehzucht, dies alles sind Vorgänge, an deren Erfolge auch im weiten Sinne die Hygiene Antheil nimmt und welche ihren Zwecken zugute kommen.

Die Erfolge in der Nahrungsmittelmehrung werden sich aber hoffentlich auch noch auf anderen Wegen erzielen lassen, indem die Methoden der Gewinnung von Nahrungsstoffen aus Materialien, welche für den menschlichen Genuss untauglich sind, sich verbessern. Welch kolossaler Umschwung hat sich in dieser Hinsicht z. B. bei der Rohrzuckerindustrie vollzogen; die nahezu völlig unverwertbare Zuckerrübe liefert einen Nahrungsstoff, der mit Rücksicht auf seine Reinheit äußerst billig genannt werden kann (s. S. 467). Ähnlich verhält es sich mit der erst seit 1870 bekannten Kunstbutterindustrie, welche von Jahr zu Jahr zunimmt, und viele früher

für die Ernährung als unbrauchbar bezeichnete Stoffe dieser wieder zuführt. Bei der Herstellung des Mehles fällt vielfach mehr an Stoffen ab, als man wünschen muss; die Verbesserung des Mehlverfahrens wird diesem Übelstande steuern helfen. Auch bei den Genussmitteln werden derartige Fortschritte wesentlich bemerkbar; in früheren Zeiten war die Herstellung eines gleichmäßig gearteten Bieres unmöglich, und alljährlich wurden große Mengen sauren Bieres verloren und vernichtet. Diese Gefahren sind durch Verbesserung der Methodik beseitigt. Nicht minder wichtig haben sich die Methoden des Petiotisierens und Chaptalisierens bei der Herstellung guter und billiger Weine erwiesen. Aber immerhin hoffen wir noch auf weitere Fortschritte in der Ausnutzung der vorhandenen Nahrungsvorräthe der Natur. Dass die Herstellung von Nahrungstoffen auf rein synthetischem Wege aus anorganischen Materialien gelingen wird, darf Jeder hoffen und kann Niemand mit Sicherheit bestreiten.

Eine nicht unwichtige Quelle der Nahrungsmittelvermehrung bildet ihr Import aus überseeischen Ländern; es werden nicht nur Vegetabilien und Genussmittel aller Art, sondern seit den letzten Jahrzehnten auch frisches Fleisch importiert. Der Import ist stets ein Nothbedarf und nur bei Versiegen der Nahrungsquellen eines Landes gerechtfertigt. Bedeutend wird die Erwerbung von Nahrungsstoffen durch die vielfach hohe Besteuerung der allernothwendigsten Bedürfnisse beschränkt; doch ist es nicht Sache der Hygiene, auf diese Verhältnisse, welche der Volkswirtschaftslehre zugehören, näher einzugehen.

Durch das stete Streben nach Verfeinerung der Genüsse, der im Principe etwas gesteuert werden müsste, entstehen vielfach aber recht günstige Folgen. Man sieht, wie beim Verkauf des Fleisches in großen Städten z. B. die einzelnen Theile eines Rindes äußerst verschieden bezahlt werden. Die von den besser situierten Classen gekauften Stücke werden ganz unverhältnismäßig hoch bezahlt, ohne dass dazu in der Tauglichkeit zur Ernährung irgend eine Veranlassung gegeben wäre. Die Stücke zweiter Qualität werden dadurch wesentlich billiger abgegeben. Ebenso verhält es sich bei dem Vermahlen des Mehles in der Hochmüllerei. Die feinen Auszugmehle werden außerordentlich hoch bezahlt, die für den minder Bemittelten gleich wertvollen Brotmehle sind sehr billig. Wir sehen in diesen Beispielen, wie in vielen Fällen eine gewaltige Selbstbesteuerung der vermöglichen Classen zur Durchführung kommt und so die Beschaffung des Nahrungsbedarfes dem Minderbemittelten erleichtert wird.

Die Beschaffung billiger Nahrungsmittel wird in großen Städten durch den übermäßig ausgedehnten Zwischenhandel geradezu unmöglich. Die nothwendigsten Bedürfnisse werden oft unglaublich vertheuert und der Verfälschung Thür und Thor geöffnet. Eine wesentliche Besserung wird sich nur durch Ausbildung ähnlicher Einrichtungen wie der Consumvereine erreichen lassen, sowie dadurch, dass die Arbeiterquartiere mit guten Communicationsmitteln nach den Verkaufscentren der Städte versehen werden.

Von den Nahrungsmitteln ergeben sich behufs Verarbeitung zu Speisen vielerlei Abfälle, und von den Speisen selbst wird wiederum nur ein Theil verzehrt, und eine nicht unerhebliche Menge geht ungenutzt zugrunde. Diese Verluste sind im Ganzen genommen recht bedeutende

und lassen sich gewiss wesentlich einschränken. Zur Herstellung von manchen Genussmitteln, wie des Alkohols, des Weines und Bieres, werden Nahrungsmittel dem Genusse entzogen; die Kartoffel, Gerste, Trauben könnten ja auch direct zur Ernährung verwendet werden.

Eine Quelle großer Verluste an Nahrungsmitteln besteht in dem freiwilligen Verderben dieser Stoffe durch Selbstzersetzung.

Die Conservierungsmethoden.

Die Production der Nahrungs- und Genussmittel ist in der Natur eine höchst ungleiche. In den Sommermonaten wird viel von Nahrungsstoffen durch das Wachsthum der Pflanzen erzeugt, im Winter dagegen nur wenig; die Tropen liefern zu jeder Jahreszeit reichliche Erträgnisse von Vegetabilien aller Art, während in den höheren Breiten, obschon gerade das Nahrungsbedürfnis hier immer dringender wird, die Menge der Producte abnimmt.

Die Ungleichheit der Production und Consumtion, dieser zeitliche Überfluss und wiederkehrende Mangel würde sich sowohl durch den Import von Nahrungsmitteln, als durch die richtige Vertheilung der Sommerproduction auf die Wintermonate beheben lassen. Die zweckmäßige Verwertung der Nahrungsproducte ist im ökonomischen wie hygienischen Interesse dringend erwünscht.

Leider lassen sich nun viele der Nahrungsmittel nicht beliebig aufbewahren, weil sie der Zersetzung unterliegen und zugrunde gehen. Das Fleisch, Milch, die Gemüse, Früchte lassen sich nur relativ kurze Zeit erhalten, dann gehen Zersetzungen vor sich, das Fleisch wird faul, die grünen Gemüse gleichfalls, die Frucht verschimmelt. Die Ursache dieser Zersetzungen der Nahrungsmittel liegt in der Einwirkung niederer Pilze oder auch mitunter niederer Thiere.

So werden thierische Organtheile speciell von gewissen Fliegenarten zur Ablegung ihrer Eier benutzt; weitaus am ausgedehntesten wirken die niederen Pilze zerstörend auf die Bestandtheile organischer Herkunft ein. Die unzähligen, überall verbreiteten Keime sind die Schimmelpilze, Gährungspilze und Spaltpilze. Es hat die mühevollsten Untersuchungen gekostet, nachzuweisen, dass es nicht eine Zersetzung der organischen Stoffe durch die Luft oder rein chemische Vorgänge sind, durch welche die Nahrungsmittel verderben, sondern dass es das Zerstörungswerk niederer Organismen ist, welchem die Stoffe anheim fallen.

Je nach der Natur des Objects kommen bald die einen, bald die anderen Keime zur Entwicklung, oder sie arbeiten von vornherein gemeinsam, einer den anderen bei seiner Verbreitung unterstützend; oder sie folgen sich, indem das Leben des einen die Vorbedingungen zur Existenz des zweiten schafft.

Im allgemeinen begünstigt hohe Concentration, d. h. geringer Wassergehalt eines Nahrungsmittels und eine saure Reaction das Wachsthum der Schimmelpilze. Die Schimmelpilze wachsen daher auch auf vielen Nahrungsstoffen, welche bei größerem Wassergehalt von anderen Keimen, z. B. von Spaltpilzen, besiedelt werden. Die allermannigfachsten Stoffe, Brot, gekochte breiartige, vegetabilische Speisen, einge-

sottene Früchte, Tinte, Leder, frische Früchte, trockenes Fleischpulver u. s. w. werden von den Schimmelpilzen befallen. Einem leichten weißen Überzug folgt eine graugrüne, bräunliche Decke. Schließlich die Bildung einer dichten Haut. Sie bedürfen der Sauerstoffzufuhr, zerstören die organischen Stoffe und bilden unangenehm riechende, wie schmeckende Stoffwechselproducte. Als ein Beispiel sei an den bekannten unangenehmen dumpfen Geruch erinnert, welchen Mehl, Gries, Brot u. dgl. zeigen, wenn sie, an feuchten Stellen aufbewahrt und von Schimmelpilzen besiedelt waren. Das Mäuseln oder Böcksern des Weines beruht auf Schimmelbildung. Manche Früchte erlangen ihre Widerstandskraft durch die Schale, welche sie umgibt. Äpfel, Birnen u. s. w. werden aber zerstört, sobald die Schalen verletzt sind.

Die Gährungspilze lassen sich namentlich in verdünnten zuckerhaltigen Flüssigkeiten, in dünnen Fruchtsäften, den Mosten, der Bierwürze nieder. Leicht saure Reaction schadet nicht, dagegen alkalische Reaction. Sie vermögen unter Sauerstoffabschluss zu gedeihen und bilden neben geringen Mengen anderer Stoffwechselproducte Kohlensäure und Alkohol, bisweilen treten die Zersetzungsproducte weniger in den Vordergrund, wie z. B. bei der Kahmhaut, die auf Bier, Wein, Fruchtsäften sich entwickelt.

In den verdünnten Lösungen, namentlich wenn diese schwach alkalische Reaction besitzen und nicht stark zuckerhaltig sind, entwickeln sich mit Vorliebe die Spaltpilze. Ihre Wirkungen sind äußerst mannigfaltige. Zunächst müssen wir sie als die Ursache der Fäulniserscheinungen betrachten. Dann aber erzeugen sie die saure Reaction in Milch, ihre weitere Zerlegung in Buttersäure, die blaue Milch, fadenziehende Milch u. s. w. Sie betheiligen sich an dem Sauerwerden des Weines und des Bieres. Auch gibt es zahllose andere Fälle, in denen ihr Wachsthum in den Nahrungs- und Genussmitteln den Verderb der Waare bedeutet, ohne dass man bisher die einzelnen Zersetzungsweisen mit besonderen Namen belegt hätte.

Da sie im allgemeinen consistenter als Schimmel- und Hefepilze sind, muss ihre Vernichtung namentlich bei allen länger dauernden Versuchen, die Nahrungsmittel frisch zu erhalten, hauptsächlich ins Auge gefasst werden.

Die Conservierungsmethoden haben die Aufgabe, die Zersetzung und Verminderung der Nahrungs- und Genussmittel zu verhüten; dies kann in mancherlei Weise, immer aber dadurch geschehen, dass man für die Entwickelung der Schimmel-, Hefe- und Spaltpilze ungünstige Lebensbedingungen schafft.

Die Conservierungsmethoden dürfen aber ein Nahrungs- oder Genussmittel nicht so weit verändern, dass seine natürlichen Eigenschaften irgendwie geändert werden und dass die Verwertung zu Ernährungszwecken leidet. Namentlich dürfen keinerlei Geschmacksänderungen bei dem Conservierungsprocess eintreten.

Eine häufig geübte Conservierungsmethode ist die Einwirkung der Kälte auf Nahrungsmittel; da im Allgemeinen die Wachsthumsverhältnisse der niederen Pilze bei niederer Temperatur theils sehr ungünstige sind, theils vollständig sistieren, kann man sich der Wirkung der Kälte zur Erhaltung der Nahrungsmittel in frischem Zustande mit Erfolg bedienen. Temperaturen wesentlich tiefer als Null Grad halten

Fleischtheile beliebig lange frisch, wie in einer sehr instructiven Weise das Auffinden eines in Eis eingefrorenen Mammuths in Sibirien, das einer prähistorischen Periode angehört haben muss, dargethan hat. Jahrtausende hindurch haben sich seine Organtheile unversehrt erhalten. Am besten wird zur Conservierung des Fleisches u. dgl. die Temperatur nahe dem Nullpunkt gehalten; ebenso dient die Kälte für alle anderen Nahrungsstoffe als Conservierungsmittel. Wenige Grade über Null zersetzen sich manche Nahrungsmittel bei längerer Aufbewahrung.

Zur Kälteerzeugung bedient man sich des natürlichen oder Kunsteises. Das natürliche Eis soll möglichst reinem Wasser entnommen werden, wenn es in directen Contact mit Nahrungsmitteln

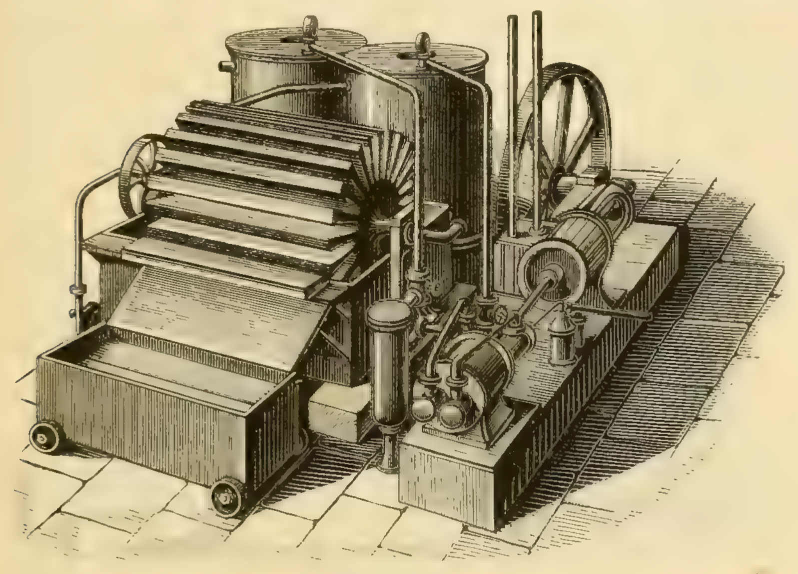


Fig. 161.

kommen kann. Zur Aufbewahrung dienen Eiskeller, in denen das Eis möglichst dicht, doch isoliert von Wandung, Decke und Boden gelagert wird, und die nach amerikanischem Vorbild gebauten Eishäuser. Die für den Kleinbetrieb benutzten Eisschränke erzeugen in den Sommermonaten keine Temperatur, bei welcher die Nahrungsmittel sehr lange aufbewahrt werden können, und geben durch die freie Circulation von Luft leicht zur Condensation von Wasserdampf auf den Nahrungsmitteln Veranlassung. Schimmelbildung ist daher gar nicht selten.

Zur Herstellung des Kunsteises werden zur Zeit meist sogenannte Eismaschinen mit wasserfreiem Ammoniak verwendet. Die beste derartige Einrichtung ist die **Linde'sche Maschine (s. Fig. 161).**

T **ist eine Trommel, welche um eine horizontale Achse drehbar ist; sie wird beständig** von einer stark abgekühlten Salzlösung durchströmt und taucht mit ihrer unteren Seite in Wasser. Die Trommel ist von sternförmigem Querschnitt, wie aus der Abbildung ersichtlich ist; in den Vertiefungen zwischen den Strahlen friert das Wasser und schließlich sind dieselben vollkommen mit Eis gefüllt. Nun lässt man rasch heißen Dampf in die Trommel strömen. Dadurch lösen sich die in den Vertiefungen der Trommel befindlichen Eisprismen ab und werden weggenommen.

Die Kälte wird dadurch erzeugt, dass Ammoniak, welches in einem Gefäße sich befindet, durch eine Dampfluftpumpe herausgesaugt und nach einem zweiten Gefässe gedrückt wird. Im ersten Falle wird sehr viel Wärme gebunden und die in diesem Gefässe circulierende Salzlösung stark abgekühlt. In dem Compressionsgefäß sammelt sich unter Erhitzung das Ammoniakgas an. Da das Ammoniak also immer wieder gewonnen wird, kann man mit derselben Stoffmenge beliebige Eismengen producieren. Es gibt noch mancherlei andere Maschinen, welche für Verdunstungsmaterialien, wie z. B. schwefelige Säure u. dgl., eingerichtet sind.

Eine außerordentliche Bedeutung zur Kühlung der Räume, in welchen überseeisches Fleisch transportiert wird, hat die Windhausen'sche Kaltluftmaschine erlangt (Fig. 162).

Die Kraftmaschine *C* bewegt den Kolben des Compressionscylinders *A*. Die comprimierte Luft, welche durch die Compression sich sehr erwärmt, wird durch die beiden Abkühlapparate *E* und *F*, die in einem Röhrensystem von kühlem Wasser durchströmt werden, getrieben und geht nun in den Expansionscylinder *B*. Hier dehnt sie sich wieder auf normalen Druck aus; da ihr aber in *E* und *F* Wärme entzogen wurde und da sie dort auch Wasserdampf abgegeben hat, so ist sie nunmehr kühl, und da sie rasch etwas Wärme aufnehmen wird, auch ziemlich trocken.

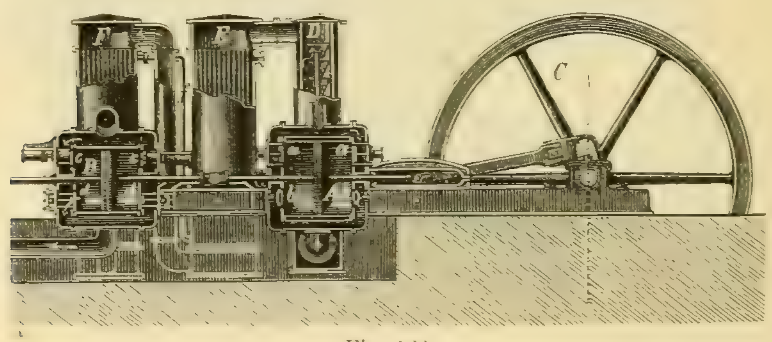


Fig. 162.

Die gekühlte Luft wird direct in die Räume geleitet, in welchen das Fleisch hängend aufbewahrt wird; die Maschine arbeitet rasch. Innerhalb 10 bis 12 Minuten hat die aus der Maschine ausströmende Luft eine Temperatur von 40 bis 50° unter Null. Durch Kälte, namentlich durch Gefrieren conservierte Nahrungsmittel faulen nach dem Aufthauen leicht, weil die durch die Eisbildung zerrissenen Gewebe das Eindringen der Spaltpilze begünstigen. Durch die Kälte wird jedenfalls nur ein Theil der in den Nahrungsmitteln lagernden Spaltpilze zerstört. Es werden also nicht allein die Nahrungsmittel, sondern auch die niederen Organismen conserviert.

Wesentlich kräftiger ist als Conservierungsmethode die Anwendung der Wärme. Das älteste und bekannteste Verfahren ist das Appert'sche. Die Nahrungsmittel werden in Büchsen aus Weißblech eingeschlossen, dann (in neuerer Zeit) auf 136° in gespanntem Dampf erhitzt. Sie werden dadurch sterilisiert, d. h. alle vorhandenen lebensfähigen Orga-

nismen getödtet. Fleischspeisen aller Art, Gemüse, Milch u. s. w. werden in ausgedehntestem Masse nach diesem Verfahren conserviert.

Für gegohrene Flüssigkeiten, wie Bier und Wein, wird das Pasteurisieren angewendet. Pasteur hat gefunden, dass jene Keime, welche häufig ein Verderben von Bier und Wein hervorzurufen pflegen, schon durch rasches Erhitzen auf 50° getödtet werden. Nach dem Pasteurisieren kühlt man Wein wie Bier sofort wieder ab; es vermeidet nicht alle Verderbnis der genannten Genussmittel, aber doch weitaus die allermeisten Fälle.

Die im gewöhnlichen Leben am häufigsten geübte Conservierungsmethode ist unstreitig die der Wasserentziehung und das Trocknen. Stark syrupöse oder lufttrockene Massen sind nur wenig der Gefahr der Verderbnis ausgesetzt. Fleisch, Milch, Eier, Gemüse lassen sich nach dieser Methode mit Erfolg conservieren. Freilich muss man die Geschmacksänderung, welche durch das Eintrocknen ab und zu eintritt, wohl ins Auge fassen. Manchmal werden wasserentziehende Substanzen behufs Conservierung zugesetzt, z. B. Zucker (bei condensierter Milch) oder Salz (beim Pöckelfleisch).

Sehr häufig angewendet, aber durchaus nicht ohne Bedenken sind die chemischen Conservierungsmethoden, bei welchen den Nahrungs- und Genussmitteln Stoffe zugesetzt werden, welche die niederen Organismen in ihrer Entwickelung hindern. Wir sollen also dabei gewissermaßen specifische Gifte für letztere auffinden, während diese für den Menschen ungiftig sein müssen.

Die schwefelige Säure fand früher zur Conservierung von Wein und Bier Verwendung, jedoch ohne besonderen Erfolg und nur zum Nachtheile des Weines. Das Schwefeln der Fässer, gegen welches nichts einzuwenden ist, kommt namentlich im Großbetrieb sehr rasch außer Gebrauch, seitdem man die Fässer durch Einleiten von Wasserdampf reinigt.

Ebensowenig kann man den schwefeligsauren Kalk als Zusatz zu Bier und Wein für zulässig erklären; nicht selten hält er Schwefelcalcium beigemengt, wodurch der Geschmack vollkommen verdorben werden kann. Borax und Borsäure, vor einigen Jahren vielfach benutzt, wirken nachtheilig auf die Ausnutzung der damit imprägnierten Nahrungsmittel (Forster). Die Salicylsäure ist als Conservierungsmittel nicht ohne Wert (wenn sie in kleinen Mengen zugesetzt wird), weil die Spaltpilze durch sie verdrängt werden, sie wirkt aber schon weniger auf die Hefe-, und erst in sehr großen Dosen auf die Schimmelpilze. Die meisten mit Salicylsäure conservierten Nahrungs- und Genussmittel enthalten nur sehr geringe Mengen Salicylsäure. Selbst wenn man reichlich von solchen aufnimmt, wird man kaum höher als bis auf 0·5 *g* Salicylsäure im Tag kommen, deren Genuss auch auf die Dauer nicht schadet.

Im allgemeinen ist die Anwendung von chemischen Conservierungsmitteln eine sehr beschränkte. Wir werden bei den einzelnen Nahrungs- und Genussmitteln die für sie tauglichen oder angewandten Methoden mittheilen.

Zweites Capitel.

Animalische Nahrungsmittel.

Fleisch.

Unter Muskelfleisch versteht man als Nahrungsmittel zunächst bloß die eigentliche Muskelsubstanz in ihrem natürlichen Zusammenhang mit Fett, Sehnen, Knochen, unter Fleisch in weiterem Sinne aber alle Weichtheile der Thiere, soweit sie genießbar sind, wie Lunge, Nieren, Leber, Milz, Herz u. s. w.

Wenden wir uns dem eigentlichen Muskelfleische zu und sehen wir von den Beimengungen von Fett, Sehnen und Knochen zunächst ab, so ist an diesem die besondere Structur zu beachten. Die aus Muskelsubstanz bestehenden Gewebe sind von zweierlei Art, entweder setzen sie sich aus den (meist roth gefärbten) quergestreiften oder den (blassen) glatten Muskelfasern zusammen. Die großen Muskeln mit lebhafter Arbeitskraft sind durchwegs aus quergestreiften Fasern. Diese bestehen bei den verschiedenartigsten Thieren aus einer Vereinigung äußerst feiner

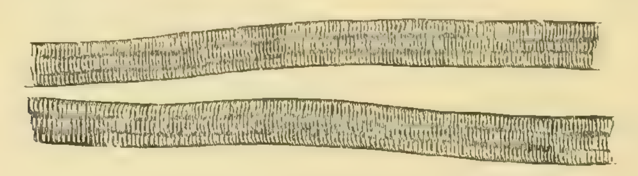


Fig 163.

cylindrischer, unverzweigter Fäden (Muskelfäden, Primitivbündel), welche (s. Fig. 163) eine Quer- und Längsstreifung erkennen lassen. Die äußere Umhüllung des Primitivbündels bildet der Sarkolemmschlauch, eine glashelle, dem Muskel sich immer eng anschließende Masse, ihrer chemischen Natur nach dem Keratin und Elastin verwandt. Schwer zu erkennen sind die zwischen Sarkolemm und Muskelsubstanz eingelagerten Kerne und Nervenendplatten.

Durch mancherlei Eingriffe, wie z. B. bei der Verdauung, zerfallen die Muskeln in Querscheiben, wie sie durch die Querstreifung angedeutet sind; unter Umständen löst sich ein Primitivbündel aber auch in dünnste Fädchen auf, an denen wieder die Querstreifung sich erhält.

Die nähere Structur der Muskelsubstanz lässt sich nur schwierig genau, am besten noch an Insectenmuskeln feststellen; hier näher auf sie einzugehen, ist nicht der Platz, nur mag erwähnt sein, dass nicht einfach hellere und dunkle Stellen miteinander abwechseln, sondern dass die Streifen wieder in Unterabtheilungen geschieden sind.

Eine zarte bindegewebige Substanz, in der Capillaren und Nerven laufen, verbindet die einzelnen Primitivbündel zu zarten Fasern. Diese werden dann wieder durch gröberes Bindegewebe zu noch breiteren Bündeln und schließlich viele der letzteren zu dem eigentlichen

Muskel, der meist mit einer Sehne an den Knochen seinen Angriffspunkt zur Arbeit findet, verbunden. In den Primitivbündeln scheint normalerweise wenig Fett zu lagern, wohl aber in dem Bindegewebe zwischen den Muskelfasern, das den Namen Perimysium erhalten hat.

Die Primitivbündel sind unverzweigt; nur im Herzfleisch zeigen sich solche mit Anastomosen; bisweilen treten deren auch im Zungenmuskel auf.

Die glatte Muskelzelle ist von wesentlich anderer Zusammensetzung: der Verdauungscanal von der Speiseröhre bis zum Mastdarmende besteht aus glatten Muskelfasern, und in kleineren Mengen sind sie in einer großen Zahl von Theilen des Thierkörpers, die aber nicht zum Genusse bestimmt sind, also hier nicht interessieren, enthalten.

Die glatte Muskelfaser ist eine langgestreckte, spindelige Zelle mit Kern, ohne Querstreifung. Die einzelnen Zellen sind fest miteinander verbunden.

Wegen ihrer überwiegenden Bedeutung werden wir in Folgendem nur von den quergestreiften Muskeln sprechen.

Zusammensetzung der Muskelsubstanz.

Das Fleisch frisch geschlachteter Thiere ist für den Menschen wegen des unangenehmen Geschmackes nicht genießbar.

Zu Genusszwecken sollte nur Muskelfleisch, welches die Todtenstarre überstanden hat, verwendet werden. Ein frisches Muskelfleisch reagiert alkalisch. Nach einiger Zeit, deren Dauer von der Temperatur abhängig ist, wird der Muskel hart, es tritt die Todtenstarre ein. Wieder nach Verlauf von einiger Zeit löst sich die Starre, die Muskeln werden biegsam und weich, der Muskelsaft reagiert nun sauer durch saures, phosphorsaures Kali. Bei der Starre wird von dem Glykogenvorrath der Muskeln zerstört; doch tritt die Starre auch bei Muskeln ein, welche gar keine Glykogen mehr enthalten, z. B. bei Thieren, welche am Hungertod gestorben sind. Es tritt Milchsäure und Kohlensäure, sowie Myosin auf. Schlagen und Klopfen befördert den Eintritt der Todtenstarre.

Wenn man von einer Zusammensetzung der Muskelsubstanz spricht, hat man meist jene des todtenstarren — genussfähigen — im Auge; die Zusammensetzung der lebenden, noch nicht abgestorbenen und todtenstarren ist zur Zeit noch unbekannt.

Zwar ist das Fleisch verschiedener Thierarten nicht ganz gleich zusammengesetzt, doch kehren die wesentlichen Bestandtheile bei allen Thieren überall wieder.

Das Fleisch enthält außer den in den Muskelfibrillen abgelagerten Stoffen das in dem Perimysium vorhandene Fettgewebe, sowie die in den Gefäßen eingeschlossenen Bestandtheile des Blutes. Bei der Beurtheilung des Fleisches als Nahrungsmittel haben wir diese Bestandtheile aber nicht zu trennen.

An Eiweißstoffen finden sich: das Syntonin, ein Acidalbuminat, das Myosin, ein Globulinstoff, Muskelalbumin, Serumalbumin,

Hämoglobin. Außerdem ist eine große Zahl sogenannter Extractivstoffe, welche in den wässerigen eiweißfreien Extract übergehen vorhanden.

Dazu gehören als stickstoffhaltige Stoffe: das Kreatin und Kreatinin, das Xanthin, Sarkin, Carnin, Guanin, Spuren von Harnsäure (in manchen Fleischarten, Taurin, Glykokoll, Protsäure).

Ferner stickstoffreie Stoffe, wie das Glykogen, Dextrin, Maltose, Traubenzucker und Inosit, die Paramilchsäure (Fleischmilchsäure).

Zur Untersuchung des Fleisches kann man dasselbe zunächst mit Wasser auslaugen, solange noch etwas gelöst wird; man filtriert. Die Lösung enthält Muskelalbumin, Serumalbumin, Hämoglobin, sowie die Extractivstoffe.

Durch vorsichtiges Erwärmen auf etwa 47° fällt Muskelalbumin aus. Filtriert man ab und erhitzt allmählich zum Kochen, dann scheidet sich Serumalbumin (bei etwa 72 bis 75°) und das Hämoglobin (bei etwa 70°) aus. Letzteres zerfällt in coaguliertes Eiweiß und Hämatin. Während des Erhitzens tritt etwa bei 70 bis 80° der angenehme Geruch nach Bouillon als Folge einer Zersetzung von Stoffen des Fleischextracts auf. Nach Coagulation der Eiweißstoffe filtriert man ab und hat nun den Fleischextract, der bei fabriksmäßiger Darstellung dann concentriert wird.

Der im Wasser nicht lösliche Theil des Fleisches wird mit 7- bis 10procentiger Chlorammoniumlösung extrahiert, er liefert Myosin. Dieses kann aus der Salzlösung entweder als coagulierter Eiweißstoff durch Kochen oder durch Eintragen von Kochsalz bis zur Sättigung unverändert ausgeschieden werden. Nunmehr hinterbleibt nur noch das Syntonin mit leimgebendem Gewebe und den Sarkolemmschläuchen und Fett. Syntonin löst sich in Salzsäure von 0·1 bis 0·3 pro mille, aber nur langsam.

Bei jedweder Erhitzung auf etwa 80° gerinnen nach dem eben Mitgetheilten das Muskelalbumin, Serumalbumin, Hämoglobin und Myosin. Bei dieser Gerinnung findet Contraction und dabei Auspressen von Fleischextract statt.

Ein übersichtliches Bild der quantitativen Zusammensetzung des Fleisches kann aus folgender Analyse des Fleisches vom Rinde entnommen werden (Bischoff und Voit).

100 Theile frisches mageres Fleisch enthalten:

Eiweiß	18·36
Leimgebende Substanz	1·64
Fett	0·90
Extractivstoffe	1·90
Asche	1·30
Gesammte Trockensubstanz	24·10
und Wasser	75·90

In 100 Theilen fettfreier Trockensubstanz fand Rubner:

Syntonin, Myosin, leimgebendes Gewebe	70·1
Hämoglobin, Serumalbumin	8·57
Muskelalbumin	3·13
Extractivstoffe	12·68
Asche	5·50

Die Asche des Fleisches ist reich an Phosphorsäure (42·5 Procent) und Kali (41·3 Procent). Der Kohlenstoffgehalt des fettfreien Fleisches beträgt 50·5 Procent, der Stickstoffgehalt 15·4 Procent.

Gattung und Race der Schlachtthiere.

Von den verschiedenen Fleischsorten wird überwiegend jenes von Pflanzenfressern verzehrt; unter diesen liefert den Hauptantheil das Rind. Bei gewissen Rinderracen ist die Fleischfaser besonders fein. Gewöhnlich haben Rinder mit lichter Farbe und feiner Haut ein besseres Fleisch als Thiere mit dunkler Hautfarbe. Von den verschiedenen Rindviehracen schätzt man in England als besonders schmackhaft das Fleisch der Shorthorns, in Frankreich das Fleisch der Charalois, in Deutschland die schwäbisch-hallische Rindviehrace, in Österreich das ungarische und podolische Rind.

Viel verzehrt wird weiter Schaf- und Hammelfleisch, obschon bei letzterem das leicht erstarrende Fett als Übelstand anzusehen ist.

Die im Freien lebenden Pflanzenfresser, das Wildpret, liefern gesundes und äußerst wohlschmeckendes Fleisch; Rehe, Hirsche und das Fleisch des Steppenviehes wird mit Recht geschätzt.

Von fremden Fleischsorten wird das Antilopenfleisch gelobt, Lappen, Samojeden, Tungusen verzehren das Renthierfleisch, das sich neuerdings auch bei uns einzubürgern beginnt. Giraffenfleisch wird im Hottentottenland viel verzehrt.

Unter den Dickhäutern hat man mit Recht das Schwein als animal propter convivia natum bezeichnet. Es nimmt nach dem Rindfleisch hinsichtlich der Größe des Verbrauchs den zweiten Platz ein. Die Schweine sind leicht und billig zu mästen und liefern fettreiches Fleisch, das als Schinken gut zu conservieren ist. Auch gibt unter den häuslichen Schlachtthieren das Schwein das größte Schlachtgewicht und die geringsten Schlachtabfälle.

Weniger wertvoll ist das Fleisch von Einhufern, z. B. des Pferdes, das von den Mongolen, Tartaren, Kalmücken genossen wird. Auch die alten Germanen aßen dasselbe, bis angeblich Bonifacius den Genuss des Pferdefleisches verbot. Heutzutage verzehrt die großstädtische Bevölkerung unbewusst Pferdefleisch, und zwar zum größten Theil das Fleisch der Droschkengäule. Da es sich dabei um das Fleisch abgetriebener Thiere handelt, so kann man nur erstaunt sein über den guten Geschmack, den derartiges Fleisch noch aufweist.

Außerdem wird als genießbar bezeichnet das Fleisch des Esels, des Zebra und Guagua.

Von den Nagethieren hat das Fleisch des Hasen einen äußerst angenehmen Geschmack. Genießbar sind Kaninchen, Biber und Eichhörnchen. Auch Ratten sollen in geeigneter Zubereitung zum Leckerbissen werden können. Das Fleisch von Fleischfressern wird nur bei Völkern, welche keine Gelegenheit haben, anderes zu erhalten, verzehrt, z. B. in Neuholland das Hundefleisch.

Von den Vögeln bietet der aus Siam und Cochinchina verpflanzte Haushahn, der aus Mexiko importierte Puterhahn, Feldhuhn, Auerhahn, Wachtel und Tauben der Tafel mancherlei Abwechslung. Der Genuss von Singvögeln, dem früher namentlich die Finken, Lerchen, Meisen, Schwalben (Nachtigallen) zum Opfer fielen, ist glücklicherweise in Aussterben begriffen. In Brasilien wird der Papagei zur Herstellung kräf-

tiger Suppen verwendet. Unter den Schwimmvögeln haben Gans und Ente eine nicht minder wichtige Rolle erlangt, wie das Schwein unter den Säugethieren. Der Genuss von Sumpfvögeln, wie Reiher, Storch, Kranich, der bei den Römern, außerordentlich stark war, ist zurückgegangen. Von den Kaltblütern finden nur die Schildkröte, die Frösche, Tintenfische, mancherlei Mollusken beschränkte, die Fische dagegen ausgedehnte Verwendung. Nur wenige Fische sind mit Sicherheit als giftig anerkannt.

Einzelne Fische, Clupea, Thrissa, Sparus agrus, scheinen zu allen Zeiten, andere aber nur zur Laichzeit oder wenn sie eine gewisse Größe erreicht haben (Letrinus esculentus, wenn er mehr als 13 *cm* lang wird), giftig zu sein. Bei gewissen Fischen sind nur bestimmte Körpertheile, z. B. die Leber bei Perca venenosa, Cottus gruniens, Scomberoideus scombrus oder der Rogen bei Cyprinus Barbus, Cyprinus brana, giftig.

Die Raubfische haben wohlschmeckenderes Fleisch als die Schlammfische.

Der Flusskrebs liefert zartes Fleisch. Der Genuss desselben erzeugt bei manchen Individuen die Nesselsucht. Hummerfleisch ist weniger zart.

Manche Muschelsorten, wie die Miesmuscheln, können unter Umständen Gift führen.

Die Güte des Fleisches.

Die einzelnen Fleischsorten, welche für die Ernährung des Menschen verwertbar sind, schätzen wir sehr ungleich; das, was aber den Wert des Fleisches bedingt, sind äußerst wechselnde Eigenschaften.

Besonders wertvoll ist die Weichheit und Zartheit, sei es nun, dass diese schon dem ursprünglichen Fleische zukommt, sei es, dass dieselbe durch die Kochkunst zu erreichen ist. Eine nicht unwesentliche Aufgabe bei dem Fleischgenuss ist das Kauen. Diesem dürfen keinerlei Schwierigkeiten entgegenstehen. Ein weiches und zartes Fleisch ziehen wir anderem vor, weil wir bei dem Kauen den Fleischsaft in großer Menge gewinnen und dessen Wohlgeschmack genießen.

Die Güte des Fleisches wird weiters bedingt durch die Eigenart der Extractivstoffe; diese sind bei jeder Thierart und jedem Organe verschiedene und wechseln mit den Lebensbedingungen. Nicht ohne Einfluss ist die Anstrengung, welche die Muskeln zu leisten haben. Es sind die angestrengtesten Muskeln aber nicht immer die besten in abgehetztem Zustande geschlachtete Thiere sollen sogar angeblich krank machendes Fleisch liefern.

Liebig beobachtete, dass der frei lebende Fuchs weit mehr Extractivstoffe enthält, als ein in Gefangenschaft gehaltener.

Wesentlich beeinflusst die Art der Fütterung den Wohlgeschmack; hängen doch zumeist Fett- und Wassergehalt enge damit zusammen. Das Fleisch von Rindern, welche bei Alpenfütterung süßes Heu genießen, ist äußerst wohlschmeckend und nicht zu vergleichen mit jenem, welches bei Fütterung mit Ölkuchen, Schlempe oder Runkel-

rüben etc. erhalten wird. Selbst die Weide hat einen wesentlichen Einfluss. Rebhühner verlieren ihren Geschmack, wenn sie eingesperrt und wie Haushühner gefüttert werden. Zahme Enten werden mager und nehmen den Geschmack von Wildpret an, wenn man sie frei lässt. Das Fleisch des Birk- und Auerhahns schmeckt deutlich aromatisch, würzig, nach Fichtennadeln. Das Fleisch von Schweinen, die mit gesunden Kartoffeln, Trebern, Molke und Milchabfällen genährt wurden, ist vorzüglich, saftig. Dagegen ist das Fleisch solcher Schweine, die stinkende Griebe, schlechte Kartoffeln etc. aufnehmen, widerwärtig. Schweine, welche bei Buchen- und Eichelnahrung aufgezogen werden, nehmen einen thranigen Geschmack an.

Alter und Geschlecht der Schlachtthiere erzeugen wesentliche Verschiedenheiten der Güte des Fleisches. Das Fleisch junger Thiere ist meist zart. Das Bindegewebe löst sich ungemein leicht bei dem Kochen. Bei alten Thieren wird dasselbe erst nach längerer Zeit in Leim verwandelt. Doch besitzen alte Thiere meist wesentlich mehr und schmackhaftere Extractivstoffe. Suppe von Kalbfleisch kann man mit jener von Mastochsenfleisch nicht vergleichen. Alte Hühner haben meist ein zähes Fleisch, geben aber vorzügliche Suppen (Extractivstoffe). Das Fleisch der Weibchen wird meist dem der Männchen vorgezogen; vielfach lässt die Castrierung einen besseren Fleischgeschmack erzielen.

Zubereitung des Fleisches.

Rohes Fleisch sollte nicht genossen werden, da es die Ingestion von Entozoen ermöglicht. Die gewöhnlichen Zubereitungsweisen des Fleisches sind: Kochen, Dünsten, Braten.

Bei dem Kochen wird das Fleisch mit Wasser unter Zusatz von Kochsalz und gewissen, den Geschmack der Suppe verbessernden Suppenkräutern erhitzt. Durch gewöhnliches Kochen verliert das Fleisch an Gewicht; die Grösse des Gewichtsverlustes ist von der Temperatur abhängig, welche das Fleisch erreicht. 100 Theile frischen Fleisches entsprechen 57 bis 60 Theilen bei 100° gekochten (Voit, Rubner), es verliert etwa 3 bis 5 Procent seines Gewichts an festen Bestandtheilen, und zwar einen Theil des löslichen Eiweißes (das später bei höherer Temperatur gerinnt und gewöhnlich mit dem Fett abgeschäumt *) und beseitigt wird), etwas gelösten Leim, geschmolzenes Fett und gelöste Extractivstoffe: Kreatin, Kreatinin, Inosit u. s. w., und lösliche Salze. Von den Fleischsalzen lassen sich etwa vier Fünftel durch Kochen ausziehen und es machen die Salze, darunter relativ viel Kalisalze, von allen in der Fleischbrühe enthaltenen Stoffen mehr als ein Viertel aus. Das zurückbleibende Fleisch enthält die überwiegende Menge der Eiweißkörper und der unlöslichen Salze. Nur Brühe (Suppe) und Rückstand (das gekochte Fleisch) zusammen repräsentieren demnach den gesammten Wert des Fleisches. Sieht man bei der Fleischbrühe von ihrem Gehalt an Nährsalzen ab, dann enthält auch die kräftigste Fleischbrühe nur äußerst geringe Mengen von eigentlichen Nährstoffen. Die Fleischbrühe hat aber

---

*) 100 Theile Fleisch geben nur 0·21 *g* trockenen Schaum mit 0·04 *g* Eiweiß und 0·17 *g* Fett (Forster).

eine allgemein belebende Wirkung. Das Wesentlichste der Suppe liegt in den Extractivstoffen, welche die Thätigkeit des Verdauungsapparats, namentlich die Absonderung des Magensaftes in hohem Grade anzuregen scheinen und den Magen Gesunder und Kranker auf die mildeste Weise für das Verdauungsgeschäft vorbereiten. Dasselbe gilt von dem Liebig'schen Fleischextract, der eine concentrierte eiweiß- und leimfreie Fleischbrühe darstellt.

Die Qualität des gekochten Fleisches und der daraus bereiteten Suppe hängt ab von dem Verfahren, das man beim Kochen eingeschlagen hat. Werden große Fleischstücke gekocht, so ist die Auslangung gering. Die Suppe ist dann schlecht, dafür aber das Fleisch gut. Dasselbe wird bewirkt, wenn man das Fleisch gleich in heißes Wasser gibt. Bringt man dagegen das Fleisch in kleinen Stücken in kaltes Wasser und bringt letzteres allmählich zum Kochen, so geht viel Lösliches in dieses über und man bekommt eine gute Suppe, aber geringes Fleisch. Bei dem Kochen wird übrigens der Fleischextract nicht allein ausgelaugt, sondern, da sich das Fleisch bei der Gerinnung der Eiweißstoffe, namentlich des Myosins, stark zusammenzieht, mit großer Kraft ausgepresst. Jedes Erhitzen des Fleisches hat daher ein Austreten von Saft zur Folge.

Um Brennmaterial zu ersparen, die Zeit des Kochens abzukürzen, wurde vorgeschlagen, bei Dampfdruck das Kochen vorzunehmen (Papin'scher Topf). Der Norwege Sörensen hat einen Kochtopf construiert, der aus einem inneren Cylinder von Eisenblech mit Metalldeckel und einem äußeren Holzkasten, welcher mit schlechten Wärmeleitern ausgelegt ist, besteht und nicht nur eine erhebliche Sparung an Brennmaterial, sondern auch eine vortreffliche Zubereitung von Fleisch und Gemüse ermöglicht, ohne dass eine besondere Aufsicht hierzu nöthig wäre. Warren in England hat einen Kochtopf angegeben, in dem man ohne Wasser kochen kann.

Eine für militärische Zwecke bestimmte Modification des Papin'schen Topfes ist der Beuerle'sche Dampfkochapparat. In diesem Topf kann Rindfleisch in 90 Minuten, Schweinefleisch in 55, Erbsen in 40, Reis in 22, Kartoffeln in 20 Minuten gar gekocht werden. Durch Umhüllen des Apparats mit Decken und Stroh können die Speisen darin 24 Stunden in einer zum Genusse geeigneten Temperatur erhalten werden. Ähnlich eingerichtet ist der Becker'sche Dampfkochapparat.

Durch das Braten oder Rösten sucht man alle Nährstoffe des Fleisches zu erhalten und entwickelt durch die namentlich auf die Oberfläche des Fleischstückes einwirkende Hitze eigenthümliche, zum Theil flüchtige, zum Theil Geschmack verleihende Substanzen. Zu diesem Zweck setzt man das zu bratende Stück anfangs einer hohen Temperatur aus, wodurch das Eiweiß der oberflächlichen Schichten gerinnt und das Fett schmilzt; es entsteht hierbei eine Hülle um das Stück, durch welche die Extractivstoffe hindurch gepresst werden, auf der sie sich ansammeln; sie machen dieselbe wohlschmeckend und saftig. Beim Braten verliert das Rindfleisch an Gewicht. 100 Theile frisches Fleisch geben 56 Theile garen Braten (Rubner). Der Verlust besteht vorzugsweise aus Wasser, doch gehen auch geringe Mengen von Salzen, Extractivstoffen und Leim in die Bratenbrühe über und einzelne beim Braten erst entstandene Röstproducte verflüchtigen sich. Die Temperatur durchdringt größere Fleischstücke, weil das Fleisch ein schlechter Wärmeleiter ist, nur sehr langsam. Will man betreffs der Durchwärmung sicher sein, so würde sich die Einführung von möglichst dünnen Thermometern in das Innere des Fleisches empfehlen.

Das Dünsten des Fleisches ist ein Erhitzen desselben in den Dämpfen des eigenen Wassers. Das Fleisch erleidet dabei einen Gewichtsverlust von circa 20 Procent an Wasser.

Bei dem Rösten wird Fleisch auf 150 bis 160° erhitzt; höher mit der Temperatur zu gehen, empfiehlt sich nicht. Bei 220° wird bereits aufgenommenes Fett von der Fleischfaser wieder abgegeben; bei 280° zerlegen sich die Fette.

Zu den Sulzen verwendet man Fleischstücke junger Thiere, welche noch ein Bindegewebe, das leicht durch Kochen in Leim übergeht, besitzen; namentlich die Knöchel und Schweinsfüsse u. dgl. eignen sich hierzu.

Fleischsorten mit zähem Bindegewebe kann man mit Vortheil in Saucen kochen. Hierzu lässt man Fleisch vier bis fünf Tage in Wasser und Essig zu gleichen Theilen liegen. Dabei wird das Bindegewebe zart und weich. Alsdann werden die weiteren Ingredienzien zur Bereitung der Saucen zugegeben und das Fleisch gekocht.

Die wohlschmeckenden Bestandtheile des Fleisches sind nicht präformiert, sondern entstehen erst bei Einwirkung höherer Temperatur durch Zersetzung.

Es erübrigt noch, auf eine sehr häufige und allgemein beliebte Zubereitungsart des Fleisches aufmerksam zu machen, welche unter Umständen gesundheitschädliche Folgen hat. Es ist das die Verarbeitung des Fleisches zu Wurstwaren, Pasteten, italienischem Käse und anderen complicierten Fleischwaren. Die käuflichen Würste werden zuweilen nicht nur für das consumierende Publicum, sondern auch für den Wurstarbeiter gefährlich.

Das Fleisch vom Rinde.

Unter allen Fleischarten hat das Fleisch vom Rinde weitaus die größte Bedeutung. Nach Lawes und Gilbert lässt sich ein Rind folgendermaßen verwerten:

	Lebend-Gewicht in *kg*	Reines Schlacht-gewicht	Abfälle	Knochen	Muskel	Fett	Eingeweide u. Fell
		in Procenten					
halbfett. Ochse	605	64·8	35·2	11·4	47·9	12·7	28·0
fetter Ochse	644	66·2	33·8	10·4	40·2	25·8	23·6

Im Verkaufe nun werden nicht nur das Fleisch, sondern zum großen Theil noch die Knochen und das Fett mit verwertet. Man erhält beim Einkauf größerer Mengen mit 100 Theilen Fleisch 8·4 Theile Knochen, 8·6 Fettgewebe und 83 Theile reines Fleisch. Kauft man in kleinen Quantitäten, so machen die Knochen oft nicht weniger als ein Viertel des Gesammtgewichts aus.

Sehr wesentlich prägt sich der Mästungszustand in der Zusammensetzung des Fleisches aus. Nach Lawes und Gilbert enthält:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Asche
Ein sehr fetter Ochse	54·8	16·9	27·2	1·1
„ mittelfetter „	72·2	21·4	5·2	1·2
„ magerer Ochse	76·7	20·6	1·5	1·2

Manche Thiere haben an verschiedenen Körperstellen ein auffällig verschiedenes Fleisch (Truthühner). Auch beim Ochsen, und zwar namentlich beim Mastochsen, ist die Qualität des von verschiedenen Körperstellen stammenden Fleisches so verschieden, dass es recht und billig ist, wenn das Ochsenfleisch nach Qualitäten zu verschiedenen Preisen verkauft wird.

Der Fleischwert der verschiedenen Theile des Ochsen wurde von Siegert untersucht und wird aus folgender Tabelle ersichtlich.

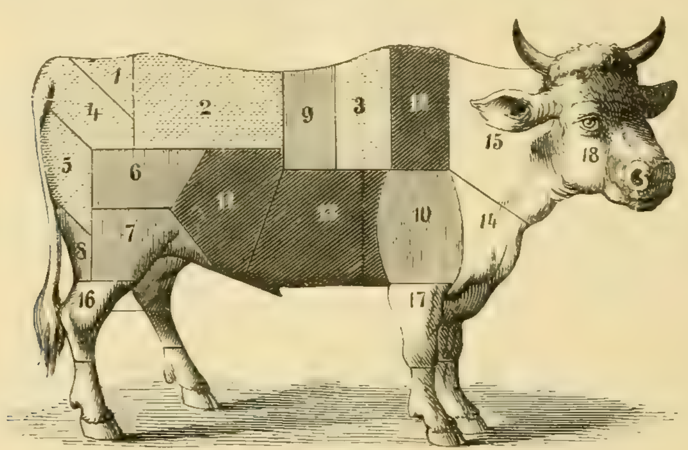


Fig. 164.

In 100 Theilen fanden sich:

	Beim mageren Ochsen			Beim fetten Ochsen		
	im Halsstück	in der Lende	im Schupp*)	im Halsstück	in der Lende	im Schupp
1. Wasser	77·5	77·4	76·5	73·5	63·4	50·5
2. Fett	0·9	1·1	1·3	5·8	16·7	34·0
3. Asche	1·2	1·2	1·2	1·2	1·1	1·0
4. Muskelsubstanz	20·4	20·3	21·0	19·5	18·8	14·5
an Nahrungssubstanz. . . .	22·5	22·6	23·5	26·5	36·6	49·5

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass das Fleisch eines Mastochsen nicht nur weniger Wasser und mehr Fett enthält, sondern dass weiter die Differenz der einzelnen Fleischpartien desselben Mastochsen bedeutend variiert, so dass ein Gewichtstheil Fleisch von einem gemästeten Thiere nahezu den doppelten Nährwert hat wie der gleiche Gewichtstheil Fleisch eines ungemästeten Thieres. Ferner kommt noch in Betracht, dass Fleisch

*) D. i. Schulter.

von ungemästeten Thieren beim Zubereiten stark zusammenschrumpft, trocken und fest wird, dagegen Mastfleisch saftig, mürbe und wohlschmeckend bleibt.

Der Fleischmarkt zu London zerlegt den Mastochsen in nicht weniger als 18 Nummern und stellt dieselben in vier Classen zusammen, wie Fig. 164 in Schattierungen zeigt. Einfacher ist der Fleischmarkt in Paris. Dieser theilt das Ochsenfleisch nur in drei Classen.

Die englische Fleischeintheilung ist folgende:

I. Schwanzstück, Lendenbraten, Vorderrippe, Hüftenstück, Hinterschenkelstück (66 bis 54 Pfennige).
II. Oberweiche, Unterweiche, Wadenstück, Mittelrippenstück, Oberarmstück (46 bis 42 Pfennige).
III. Flankentheil, Schulterblatt, Brustkern (37 bis 33 Pfennige).
IV. Wamme, Hals, Bein (25 bis 27 Pfennige).

In Deutschland und Österreich wird das Fleisch vielfach folgendermaßen classificiert:

I. Filet, Zunge, Hinterschenkelstück.
II. Schulter, Mittelrippe, dicker Theil des Schwanzes.
III. Brustmuskel, fleischiger Theil der Bauchmuskeln.
IV. Bauchfleisch, Hals, Kopf, Waden.

Das Fleisch der wichtigsten Säugethiere und Vögel.

Die Fleischsorten anderer Thiere unterscheiden sich vom Rindfleisch durch den Geschmack, namentlich aber durch ihren verschiedenen Gehalt an Eiweiß, Fett und Wasser. Man kann es nahezu als durchgängiges Gesetz betrachten, dass die Einlagerung von Fett es ist, welche die Verschiedenheit der Zusammensetzung erzeugt. Lässt man das Fett ganz außer Rechnung, so wird man für das Fleisch sehr verschiedener Herkunft eine sehr gleichheitliche Zusammensetzung finden. In 100 Theilen fettfreiem Fleisch findet sich z. B. an Trockensubstanz:

Rind	21 bis 22	Hummer	21
Schwein	21 „ 23	Mondschnecke	22
Hammel	21	Miesmuschel	20
Kalb	20 „ 21	Weinberschnecke	21
Pferd	23 „ 25		

Nur bei einigen Fischen trifft man auf einen abnormen Wassergehalt. Über den Bestand an einzelnen Stoffen gibt folgende Tabelle Aufschluss (König); 100 Theile enthalten:

		Wasser	Eiweiß	Fett
Kuhfleisch	mager	71·0	19·9	7·7
	fett	76·3	20·5	1·8
Kalbfleisch	mager	78·8	19·8	0·8
	fett	72·3	18·9	7·4
Hammel	halbfett	76·0	18·1	5·8
	sehr fett	47·9	14·8	**36·4**
Schwein	mager	72·6	19·9	6·8
	fett	47·4	14·5	**37·3**
Pferdefleisch		72·3	21·7	2·5
Hase		74·2	23·3	1·1
Kaninchen		66·8	21·5	9·8

		Wasser	Eiweiß	Fett
Reh		75·7	19·8	1·9
Huhn	mager	76·2	19·7	1·4
	fett	70·0	18·5	9·3
Ente (wild)		70·8	22·6	3·1
Gans		38·0	15·9	**45·6**
Feldhuhn		72·0	25·3	1·4
Taube		73·0	22·1	1·0
Krammetsvogel		73·1	22·2	1·8

Man sieht, welch eine Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung durch den verschiedenen Fettgehalt der Thiere erzielt wird; im Freien (wild) lebende Thiere haben im allgemeinen einen sehr geringen Fettgehalt; unsere Mastthiere: Hammel, Schwein, Gans einen bedeutenden.

Bei dem Kochen wird der allzuniedrige Fettgehalt des Wildpretfleisches durch das Belegen mit Speck oder Spicken und Übergießen mit Fett etwas abgeglichen. Immer aber bleiben diese Gerichte fettärmer als andere. Fleischsorten mit hohem Fettgehalt geben leicht zu Magenbeschwerden Veranlassung; die Fettmengen in den gekochten Speisen sind noch bedeutender, als man etwa aus der vorstehenden Tabelle entnehmen kann, weil bei dem Kochen wie Braten (s. dort) stets Wasser abgegeben wird.

Die verschiedenen Fette sind für den Genuss nicht ganz gleichbedeutend; namentlich jene, welche schwer schmelzbar sind und leicht erstarren, wie das Hammelfett, erregen beim Erkalten leicht Ekel, da sich die Mundhöhle mit einer leichten Fettschicht, welche das Schmecken und das Tastgefühl herabsetzt, überzieht.

Die Schlachtabgänge.

Unter den Schlachtabgängen finden sich mancherlei Materialien, welche zur Ernährung des Menschen ganz gut verwendbar sind und manchmal durch hohe Schmackhaftigkeit sich auszeichnen. So verhält es sich mit der Leber, der Milz, manchen drüsigen Organen. Manche derselben werden besonders zur Krankenernährung angewendet. Von den wichtigeren enthalten in 100 Theilen frischer Substanz (König):

	Wasser	Eiweiß	Fett
Blut	80·6	18·0	0.2
Bröschen . . .	70·0	28·0	0·4
Zunge	67·4	14·3	17·2
Lunge	80·1	15·5	2·5
Herz	72·5	18·2	8·0
Niere	75·9	18·5	3·9
Milz	75·5	17·8	4·2
Leber	71·6	20·0	3·6

Knochen enthalten zwischen 15 und 50 Procent leimgebende Gewebe und 0·5 bis 20 Procent Fett. Durch eine richtige Verwertung dieser Schlachtabgänge lässt sich auf billige Weise oft die einfachste Kost wesentlich verbessern.

Äußerst wichtig als Schlachtabgänge sind weiters die Fette: in diesen sind außer den eigentlichen Fetten noch Membranen aus Bindegewebe vorhanden. Das nicht ausgeschmolzene Fettgewebe enthält daher außer 6 bis 10 Procent Wasser noch 1 bis 2 Procent Eiweiß.

Eigenthümliche Fette aber sind der Leber- und Fischthran; ersterer wird durch Ausschmelzen aus der Leber vom Dorsch, Sey und Haifisch dargestellt. Das zuerst gewonnene wasserhelle, wenig gefärbte Fett gibt die bessere Leberthransorte. Aus der

faulenden Leber wird dann der braune Leberthran gewonnen. Der Leberthran enthält viel Triolein, geringe Mengen Butter- und Essigsäure, ferner Gallenbestandtheile. Im unreinen Producte sind viel freie Fettsäuren. Der sogenannte Fischthran wird durch Ausschmelzen des Speckes vom Wallfisch, Haifisch, Seehund, von der Robbe und dem Delphin gewonnen.

Das Körperfett der Fische steht dem Leberthran nahe und ist kohlenstoffreicher als die übrigen thierischen Fette.

Das Fischfleisch.

Sehr irrige Anschauungen werden vielfach über das Fischfleisch gehegt; man hält es für wenig „kräftig." Fischfleisch ist aber in der Regel nur ein blass aussehendes Fleisch, weil es wenig Blut enthält. Doch gibt es ja Fischfleischsorten, welche recht lebhafte Farbe besitzen. Es ist auch keineswegs fett- oder eiweißarm.

Von wesentlicher Bedeutung sind bezüglich des Wertes von Fischfleisch die Schlachtabgänge (Abfälle); so verliert man (durch den Kopf, Gräten u. s. w.):

beim	Salm	9·5	Procent
„	Hecht	31·9	„
„	Karpfen	37·1	„
„	Aal	24·1	„
„	Weißfisch	0 *)	„
„	Gründling	0	„

Bei Fischen kann man zwischen fettreichen und fettarmen trennen; Beispiele fettreicher Fische sind (frischer Zustand):

	Wasser	Eiweiß	Fett
Lachs	74·4	15·0	6·4
Flussaal	57·4	12·8	28·4
Meeraal	78·9	13·6	5·0
Häring	80·7	10·1	7·1

Zu dieser Gruppe gehören noch Strömling, Makrele und Uklei.

Das Fischfleisch reiht sich also in seinem Nährstoffgehalte den Warmblütern enge an. Fettarme Fische sind:

	Wasser	Eiweiß	Fett
Schellfisch	81·0	17·1	0·3
Dorsch	82·0	16·7	0·2
Hecht	77·4	20·1	0·7
Karpfen	77·0	21·9	1·4

Ihr Eiweißgehalt verhält sich zum Theil ähnlich, wie der der Warmblüter bei gleichem Fettgehalt; mageres Kalbfleisch enthält nicht mehr Eiweiß als etwa das Hecht- oder Karpfenfleisch. Es ist daher ein wenig berechtigtes Misstrauen, wenn man im Volke von dem Fischeiweiß wenig Gebrauch macht. Schellfische und Häringe werden zu so billigen Preisen geliefert, dass sie überall zur Verköstigung sich verwenden lassen.

---

*) Weil sie mit den Gräten verspeist werden.

Größe des Fleischconsums.

Die Menge des verzehrten Fleisches ist in den einzelnen Städten, wenn wir auf statistischen Erhebungen fußen, eine höchst ungleiche; so wird verzehrt pro Tag und Kopf der Bevölkerung in:

Königsberg	92 *g*	Bordeaux	222 *g*
Danzig	121 *g*	New-York	226 *g*
Breslau	124 *g*	Paris	230 *g*
Nantes	131 *g*	Wien	238 *g*
Berlin	135 *g*	Pau	252 *g*
Toulouse	159 *g*	München	260 *g*
Würzburg	180 *g*	London	274 *g*
Lyon	200 *g*		

Wie viel nun auf den Erwachsenen, wie viel auf die Kinder trifft, ist zwar durchaus nicht zu ermessen; wohl aber können die Zahlen zum ungefähren Vergleiche dienen. Als eine gute Ernährung kann man bezeichnen, wenn durchschnittlich 250 *g* Fleisch für den Tag geboten sind.

Die Ausnutzung.

Die Ausnutzbarkeit des Fleisches ist nach mannigfachen Richtungen hin geprüft worden. Rubner hat in zwei Versuchsreihen drei Tage nacheinander gebratenes Rindfleisch aufgenommen; für den Tag 1172 bis 1435 *g* Fleisch. Es ist das sehr viel Fleisch, reicht aber kaum zur Hälfte aus, wenn ein Erwachsener nur von Fleisch allein leben wollte. Die Ausnutzung war eine ganz vorzügliche. Späterhin hat Atwater mit Schellfischfleisch Versuche angestellt und seine Versuchsperson zur Vergleichung in einem anderen Experiment auch Rindfleisch (gesotten und gebraten) aufnehmen lassen. Die Resultate lassen sich in folgenden Vergleichen zusammenfassen:

	Rubner		Atwater	
Aufgenommen	1435 *g* Rindfl.	1172 *g* Rindfl.	1200 *g* Rindfl.	1548 *g* Fischfl.
Verlust an Trockensubstanz im Koth	4·7	5·6	4·3	4·9
an Eiweiß	2·5	2·8	2·5	2·0

Gleichzeitige Versuche an einem kräftigen Hunde ergaben, dass derselbe von den Eiweißstoffen im Koth verlor

bei Rindfleisch	bei Fischfleisch
2·2 Procent	1·6 Procent.

Die Unterschiede in der Fähigkeit, Eiweißstoffe zu resorbieren, sind zwischen den Menschen und den Fleischfressern also ganz verschwindende und man darf mit Recht sagen, der Mensch vermag das Eiweiß aus Fleisch ebensogut zu resorbieren, als die von Jugend auf damit genährten Fleischfresser.

Das Fischfleisch verhält sich in seiner Resorbierbarkeit vollkommen identisch mit dem Rindfleisch und liegt auch nach dieser Richtung hin kein Grund vor, von dem Eiweißreichthum, den die Fische unserer Seen

und Flüsse repräsentieren, keinen Gebrauch zu machen. Obwohl Rubner und Atwater zwei verschiedene Personen untersuchten, war die Resorption des Fleisches doch durchweg die gleiche; wieder ein Beispiel für die geringen individuellen Schwankungen.

Die Ausnutzung des Fleischeiweißes leidet bisweilen unter dem Einflusse, reichlicher Brotfütterung (s. später bei Brot). Die maximalste Eiweißmenge, welche ein Erwachsener resorbierte, waren nahezu 300 *g* für den Tag.

Der Koth nach Fleischaufnahme ist beim Menschen von chocoladebrauner Färbung, weich, enthält als geformte Elemente nur wenig Querscheiben der Muskelfaser. Er enthält wohl ausschließlich den Stickstoff in Form der Reste von Verdauungssäften. Da die Quantität des Kothes selbst bei großen Mengen von Fleisch nur unbedeutend ist, wird nicht an jedem Tage Koth ausgeschieden, ohne dass dies etwa als Verstopfung zu deuten wäre.

Excessive Fleischnahrung erzeugt das Gefühl hochgradiger Müdigkeit in den Beinen während der Verdauungsperiode. Irgend welche andere Besonderheiten der Empfindung, abgesehen von einem angenehmen Gefühl der Wärme, treten nicht auf (Rubner). (Über die Ausnutzung des Fettes vergleiche das Capitel Milch.)

Conservierung des Fleisches.

In hygienischer und nationalökonomischer Beziehung ist die Conservierung aller Nahrungsmittel, ganz besonders aber jene des Fleisches, von großer Wichtigkeit. Man kann mit vollem Recht behaupten, der Verkehr zur See hätte seine heutige Gestalt nicht annehmen können, wenn nicht die Conservenfabrication immer fortgeschritten wäre. Die Conserven sichern selbst bei langen Seereisen die genügende Verproviantierung der Schiffsbesatzung. Besondere Wichtigkeit gewinnen die Conserven im Kriege. Das Mitführen von lebendem Vieh zur Fleischversorgung ist schwierig, oft (im Gebirgskriege) nicht möglich; bei der Raschheit der Action muss das frisch geschlachtete Fleisch in der Regel sofort verzehrt werden. Die Conserven nehmen relativ einen kleinen Raum ein und lassen sich deshalb transportieren. Durch die Conserven erhält der vom Gefecht oder Marsch ermüdete Soldat ohne Zeitverlust Nahrung. Ebenso sind auch belagerte Städte auf Conserven angewiesen.

Leider ist die Conservierung des Fleisches eine schwierige Sache, und die Herstellung von Fleischconserven, die jahrelang aufbewahrt werden sollen, theuer.

Hätten wir völlig ausreichende und billige Conservierungsmittel des Fleisches, so könnten wir den Fleischreichthum gewisser Länder nutzbar machen und leicht könnte selbst der Ärmste mit Fleisch versorgt werden. Eine Conservierungsmethode für Fleisch, die allen Anforderungen entspricht, haben wir aber bis jetzt nicht.

Kälte ist ein vortreffliches Conservierungsmittel. Praktisch wird sie in den Eishäusern und Eisschränken, bei der Versendung von Fischen, Geflügel und Säugethierfleisch auf größere Entfernungen verwendet. In früherer Zeit wurde Kälte ausschließlich mit Hilfe von Eis erzeugt; nun-

mehr wird auch die Windhausen'sche Kälteerzeugungs-Maschine hierzu verwendet.

Zwischen Europa einerseits und Amerika und Australien andererseits verkehrt seit jüngster Zeit eine Anzahl von Schiffen, welche mittelst Eismaschine oder mit Hilfe der Windhausen'schen Kälteerzeugungsmaschine kalte Luft erzeugen und auf diese Art die Schiffsräume, in welchen das Fleisch aufgehangen ist, ventilieren.

Gefrorenes Fleisch geht nach Eintritt höherer Temperatur außerordentlich schnell in Fäulnis über, so dass solches Fleisch möglichst rasch abgesetzt werden muss.

Das Trocknen des Fleisches wird in den viehreichen Laplata-Staaten angewendet. Es werden lange Streifen Fleisch geschnitten und in freier Luft aufgehängt. Die zum Trocknen nothwendige Luft muss rein, nicht hoch temperiert und mäßig bewegt sein, soll die Conserve, Carne secca genannt, brauchbar werden.

Nach einem anderen, auch in den Laplata-Ländern geübten Verfahren wird das Fleisch zuerst durch 14 Tage intensiv gepökelt und erst dann getrocknet. Dieses Fleisch, Charqui, auch Tasajo genannt, geht nach Brasilien, Nordamerika, hat aber, wenigstens in Europa, trotz seiner Billigkeit keine besondere Verbreitung gefunden. Sein Äußeres ist unansehnlich, es braucht fünf bis sechs Stunden zum Kochen, schmeckt schlecht und riecht seifig.

Pemmican ist eine aus getrocknetem und hernach pulverisiertem Fleisch mit Salz, Pfeffer und Zucker hergestellte Mischung, von nordischen Seefahrern vielfach benutzt. Die sogenannten Fleischmehle sind ähnliche, aus getrocknetem Fleische erzeugte Präparate.

Ebenfalls auf Wasserentziehung beruht das Pökeln, d. i. das Salzen des Fleisches mit Kochsalz oder Salpeter. Dieses Verfahren wurde im 15. Jahrhundert durch den Kaufmann Pökel eingeführt, nach dem das Verfahren benannt ist.

Erwin Voit fand bei dem Einpökeln, dass innerhalb 14 Tagen dem Fleische entzogen werden:

Vom Wasser	10·4	Procent
Von den organischen Substanzen .	2·1	„
„ „ Extractivstoffen	1·1	„
„ der Phosphorsäure	8·5	„

Der Verlust ist also nicht so bedeutend, als man vielfach annimmt, und setzt den Nährwert des Pökelfleisches kaum herab.

Eine sehr zweckmäßige Methode ist die Conservierung durch Einlegen von Fleisch in Salz-, beziehungsweise Salicylsäurelösungen unter hohem Druck. Das Salz vertheilt sich rasch und gleichmäßig im Fleische; dabei wird dem Fleisch kein Eiweiß entzogen und nur Spuren von Extractivstoffen; dagegen phosphorsaures Kali (11 Procent), was aber keinerlei Schaden bedeutet (Rubner).

Das rasch gepökelte Fleisch enthielt 10 Procent Kochsalz in gleichmäßiger Vertheilung. Nach längerem, fast ausschließlichem Genuss von Pökelfleisch beobachtet man das Auftreten von Scorbut; letzterer ist aber keine Wirkung der animalischen Kost, sondern nur der allzu einseitigen Kost, und kann in gleicher Weise durch monotone vegetabilische Nahrung hervorgerufen werden.

Das mit **Salicylsäure** imprägnierte Fleisch ändert gleichfalls seine Zusammensetzung nicht; es lässt sich sieden und braten wie gewöhnliches Fleisch. Die erhaltene Brühe schmeckt wie die normale Fleischbrühe.

Ältere Methoden der Herstellung von Pökelfleisch sind folgende:

Sacco wählt zur Einpökelung statt Kochsalz essigsaures Natron. George legt das Fleisch in eine Lösung von Salzsäure und darauf in doppeltschwefelsaures Natron. Die Methode Morgan's, welche während des nordamerikanischen Bürgerkrieges mit Erfolg verwertet wurde, ist folgende: gleich nach der Tödtung des Thieres wird der rechte Vorhof geöffnet, das Blut herausgelassen und dann in den linken Ventrikel eine aus Salz-Salpeter, Zucker, Phosphorsäure und Wasser bestehende Masse eingespritzt, das Fleisch sorgfältig getrocknet und in Holzkohle verpackt.

Eine richtige Beurtheilung von Salzfleisch ist meist erst nach dem Kochen möglich. Ist zum Pökeln verdorbenes Fleisch genommen worden, so bleibt es weich, riecht und schmeckt schlecht. Vor dem Genusse muss Pökelfleisch eigens zubereitet werden, in dem es in Netze gehüllt, in Wasser getaucht und darin einige Stunden ausgelaugt wird. Dann wird es herausgenommen und mit kaltem Wasser zum Kochen angesetzt. Sobald die Siedetemperatur erreicht ist, wird das erste Kochwasser, welches noch immer stark kochsalzhaltig ist, weggegossen und dafür frisches, kochendes Wasser zugegossen, in welchem das Fleisch gar kocht.

Das Räuchern des Fleisches beruht theils auf Austrocknung, theils auf dem Einfluss gewisser antiseptisch wirkender Rauchbestandtheile. Beim Räuchern des Fleisches an und für sich geht von den Nährstoffen nichts verloren. Durch das Räuchern erhält das Fleisch einen eigenthümlichen Geschmack.

Gut geräuchertes Fleisch hält sich monate-, selbst jahrelang. Durch das Räuchern werden Trichinen getödtet, wenn die Rauchgase in alle Theile des Fleischstückes gedrungen sind.

Eine für gewisse Verhältnisse (cernierte Festungen, Schiffe) sehr nützliche Conservierungsmethode des Fleisches ist die Aufbewahrung desselben in Blechbüchsen bei Luftabschluss, ein Verfahren, das im Anfange dieses Jahrhunderts von Appert angegeben wurde und seither vielfache Verbesserungen erfahren hat. Das Fleisch kommt entweder roh oder halb gekocht in Blechbüchsen, und diese werden nach vollständiger Ausfüllung des übrigen Raumes mit Fleischbrühe verlöthet und sodann bei einem den Siedepunkt des Wassers übersteigenden Hitzegrad in geeigneten Apparaten (Salzbädern oder in Autoclaven) erhitzt. Manchmal wird das Verfahren dahin abgeändert, dass während des Kochens in der Büchse zum Austreten des Wasserdampfes und der Luft eine kleine Öffnung offen bleibt, welche noch während des Erhitzens durch einen Tropfen Lothmetall geschlossen wird (Corned beef, amerikanisches Büchsenfleisch).

So präpariertes Büchsenfleisch zeigt unter Umständen selbst nach 1-2-jähriger Aufbewahrung seinen natürlichen Wohlgeschmack. Einzelne Büchsen verderben aber trotz aller Vorsicht bei ihrer Füllung und Verlöthung meistens deshalb, weil die Büchse von Anfang an nicht völlig dicht war oder später undicht geworden ist. Mehrmals wurde nach dem Genusse von Büchsenfleisch eine Bleivergiftung beobachtet; infolge des Eindringens von Lothmetall in das Innere der Büchse wurde durch die Säure des Fleisches das Blei gelöst. Bei entstandener Fleischfäulnis im Innern der Büchse bauchen sich die Büchsen auf. Aber auch scheinbar unverdorbene, d. h. nicht aufgebauchte Büchsen enthalten oft ein Fleisch, dessen Genuss ekelerregend wirkt. Es gibt ein Stadium der Verderb-

niss das weder durch äußere Kennzeichen an den Büchsen, noch selbst nach ihrer Öffnung durch den Geruch des Inhalts erkennbar ist.

Die Conservierung des Fleisches durch Luftabschluss wird auch noch in anderer Weise als durch Büchsen bewirkt. Lamy hat empfohlen, das Fleisch zunächst der Einwirkung von schwefligsaurem Gase auszusetzen und hierauf eine Mischung aus Melasse und einer Lösung von Albumin in Eibischabkochung aufzutragen. Ein von Redwood angegebenes Verfahren besteht darin, das Fleisch scharf auszubraten und es dann mit Paraffin und einer Leimschicht zu überziehen.

Endlich hat man auch versucht, das Fleisch durch Behandlung mit antiseptischen Substanzen zu conservieren; man hat Salicylsäure, Xanthogensäure, Borsäure, Borax vorgeschlagen.

Von diesen dürfte im allgemeinen wohl abzusehen sein, umsomehr als durch Versuche bekannt ist, dass die Borsäure die Ausnutzung des Fleisches stark herabsetzt (Forster), also der Zusatz solcher Stoffe nicht indifferent genannt werden kann.

In neuerer Zeit werden für die Zwecke der Soldatenernährung verschiedene Fleischspeisen, Rostbraten, Filets etc. vollkommen zum Gebrauche fertig als Conserven hergestellt. Nach Untersuchungen des Verfassers sind dieselben meist vorzüglich; nur müsste besser darauf geachtet werden, dass nicht durch zu langes Erhitzen und durch Anwendung sehr hoher Temperaturen das Bindegewebe allzusehr gelockert wird. Das Fleisch wird alsdann faserig und unansehnlich und für lange Zeit wenigstens von den Truppen nicht gerne genommen.

Zu den Fleischconserven sind auch die Wurstwaren zu rechnen, bei welchen das Fleisch meist unter Zugabe von Speck und Gewürzen in Gedärmen von Thieren eingeschlossen wird. Vielfach werden die Wurstwaren roh geräuchert, manchmal erst nachdem sie gekocht wurden. Der Wassergehalt der Wurstwaren ist gering, der Fettgehalt hoch. 100 Theile enthalten nach König:

	Wasser	Eiweiß	Fett
Cervelatwurst . . .	37·4	17·6	39·8
Frankfurter Wurst .	42·8	11·7	39·6
Blutwurst	49·9	11·8	11·4 *)

Fleischpräparate des Handels.

Parmentier und Proust haben zuerst auf die Verwendbarkeit des wässerigen von den Eiweißstoffen befreiten Extractes des Fleisches aufmerksam gemacht. Liebig hat sodann im Jahre 1848 auf die Bedeutung der in dem Fleischextracte vorhandenen Stoffe hingewiesen, ihre Erkenntnis gefördert und allmählich zur Einführung und Verbreitung des nach ihm benannten Extractes beigetragen. Über diesen hat man mancherlei Irrthümliches behauptet, und über die zuerst vorgetragenen Meinungen Liebig's ist unsere heutige Erkenntnis längst hinweg geschritten. Der Fleischextract hat dieselbe Eigenschaft wie eine gute Bouillon, kräftig anregend, er ist ein vorzügliches Genussmittel. Der Zusatz zu Speisen erhöht aber deren Ausnutzbarkeit nicht (Hofmann), noch hat er auf den Stoffverbrauch eine Wirkung (Rubner).

*) Enthält noch reichlich Mehlzusatz, etwa 25 Procent.

Ähnlich dem Liebig'schen sind späterhin noch mannigfache andere Fleischextracte hergestellt worden.

In neuerer Zeit kommen Bouillonextracte in den Handel; diese haben einen sehr hohen Wassergehalt, 59 bis 68 Procent, gegenüber 15 bis 34 Procent der Fleischextracte, und enthalten sehr viel Kochsalz. Doch lässt sich mit dem Liebig'schen wie anderem Fleischextract die Wirkung des Bouillonextractes ebensogut erreichen und sind erstere im allgemeinen vorzuziehen, weil sich die Güte und der Preiswert der Präparate besser schätzen lässt.

Das Infusum carnis frigide paratum Liebig's ist ein mit Salzsäure bereiteter Auszug des Fleisches (mit nur 1·1 Procent Eiweiß); mehr Eiweiß enthält der Succus carnis recenter expressus (Bauer und Voit) mit etwa 6 Procent, durch starkes Auspressen des Fleisches in einer hydraulischen Presse erhalten. Succus carnis lässt sich bei mancherlei Verdauungsstörungen mit Vortheil gebrauchen.

Zahlreich sind die Versuche, die Fleischeiweißstoffe zu peptonisieren und dieses „verflüssigte Fleisch" als Nahrungsmittel anzu preisen. Für den Gesunden haben alle diese Präparate zusammen genommen keine Bedeutung. Für den Kranken mag man ab und zu davon Gebrauch machen. Sie enthalten häufig nicht nur Pepton, sondern die Eiweißkörper sind vielfach durch die lösenden Eingriffe weiter zersetzt. Der Gesunde deckt sein Eiweißbedürfnis besser, billiger und schmackhafter auf andere Weise.

Krankheiten der Schlachtthiere.

Die Schlachtthiere tragen bisweilen zur Verbreitung schwerer Krankheiten auf Thiere und Menschen bei.

Der Verkauf des Fleisches eines umgestandenen oder in der Agonie getödteten Thieres ist gesetzlich zu verbieten. Zwar bietet nicht jedes umgestandene Thier ein schädliches Fleisch, aber die Unschädlichkeit eines solchen Fleisches lässt sich nie sicher im Voraus bestimmen. Die Erfahrung lehrt, dass bei 4/5 aller „Fleischvergiftungen das Fleisch von nothgeschlachteten Thieren herrührt. (Bollinger).

Die Erkenntnis eines am natürlichen Tode umgestandenen Thieres bietet keine Schwierigkeiten, wenn es sich um solche Thiere handelt, bei denen das Schlachten mit Ausblutung geschieht. Man findet eben bei ungestandenen Thieren alle Organe, namentlich die großen Gefäße und die Leber, strotzend von Blut, bei geschlachteten ist aber das Fleisch blutfrei.

Als gesundheitsschädlich und bedenklich ist das Fleisch von Thieren mit schweren Infectionskrankheiten zu betrachten. Hierzu gehören Typhus, typhoide Krankheiten, infectiöse Enteritis, ferner pyämische Processe (Eiterungen, putride Entzündungen, krebsartige Zerstörungen, Faulfieber), Actinomycose, Tetanus (bei Pferden), Rinderpest.

Besonders gefährlich ist Fleisch von Thieren, die an Milzbrand erkrankt sind. Selbst die Verwendung einzelner Theile zu technischen Zwecken ist nicht zu gestatten. Da der Milzbrand alle unsere Hausthiere und auch das Wild befällt und die Krankheit gewiss in einer großen Zahl der Fälle weder im Leben, noch an den Leichen der

Thiere als solche erkannt wird, dürfte bisweilen das Fleisch bona fide zum Consum gereicht werden.

Ähnliches gilt auch von rotzkranken Thieren. Der Rotz der Pferde ist durch Verfütterung rotzkranken Fleisches an andere Thiere nach mehreren Beobachtungen übertragbar. Fleisch von wuthkranken Thieren bietet die Möglichkeit einer Ansteckung beim Schlachten des Thieres durch Verwundung.

Die bei den Wiederkäuern und Schweinen so häufig auftretende Maul- und Klauenseuche inficiert namentlich die Milch, man glaubt daher auch eine Schädlichkeit des Fleisches annehmen zu dürfen. Das Fleisch pockenkranker Schafe und Schweine ist unbedingt zu verwerfen. Die Tuberculose ist unter den Rindern weit verbreitet. Nach Beobachtungen am Frankfurter Centralschlachthaus findet sich die Krankheit

bei 10·2	%	der Gesammtsumme
bei 13·4	%	der Bullen
6·3	%	der Ochsen
9·2	%	der Rinder
16·2	%	der Kühe
0·008	%	der Kälber.

Am stärksten von Tuberculose befallen war das sogenannte Zuckervieh, ältere Thiere mit Schlempefütterung aus der Provinz Sachsen, Schlesien, Brandenburg mit etwa 20 %, die geringsten Grade zeigten Holsteiner und Oldenburger Weidevieh mit 1·5 %, ferner die Schweizer Bergrasse, Allgaüerrasse, schwäbische und oberbayr. Rasse.

Unter 2245 Füllen von Tuberculose trafen 3 derselben auf die Muskel-, 11 auf Euter- und 36 auf die allgemeine Tuberberculose.

Die Anschauungen über die Gefährlichkeit des Genusses von Fleisch perlsüchtiger (tuberculöser) Thiere sind gegenwärtig geklärt. Es ist sicher erwiesen, dass die Tuberculose der Thiere (Perlsucht) auf Menschen übertragen wird und dass das Fleisch bei hochgradig entwickelter Tuberculose Tuberkelbacillen enthält. (Kastner). Wenn auch die Tuberkelbacillen durch Siedehitze zerstört werden, so ist für die Praxis doch zu bedenken, dass beim Kochen großer Fleischstücke das Innere nicht immer hoch genug erhitzt wird und demnach seine Schädlichkeit beibehalten kann. Das Fleisch perlsüchtiger Thiere ist vom Genusse auszuschließen:

a) Wenn die Lymphdrüsen im Bereiche der tuberculös erkrankten Organe ebenfalls tuberculös und so der Ausgang einer weiteren Infection geworden sind; *b*) wenn schon käsige Zersetzung stattgefunden hat; *c*) wenn schon eine weitere Verbreitung der Tuberculose im Körper stattgefunden hat; *d*) wenn bereits Abzehrung eingetreten ist.

Beim Verkaufe des Fleisches muss unbedingt dem Käufer Mittheilung über die Herkunft desselben gemacht werden. Vielleicht empfiehlt es sich das Fleisch an schwerer Tuberculose erkrankter Rinder nur gar gekocht abzugeben. Räuchern und Pökeln tödtet die Tuberkelbacillen nicht.

Das Fleisch von Thieren, die wegen Erkrankung an Rothlauf, Lungenseuche, auch Rauschbrand, Rinderpest, an Krankheiten des Gehirns und Rückenmarkes, an Localleiden, die keinen Infectionsherd geschaffen haben, geschlachtet werden, wird erfahrungsgemäß in manchen Gegenden

ohne Nachtheil genossen werden, wenn keine Säfteverderbnis, Pyämie, hochgradige Abmagerung u. s. w. entstand. Doch sollte von Seite der Marktpolizei scharf darauf gesehen werden, dass die Käufer über die Herkunft des Fleisches nicht im Unklaren bleiben.

Das Fleisch vergifteter Thiere ist ebenfalls als gesundheitsschädlich zu betrachten. Manche Thiere vertragen von Giftstoffen, die beim Menschen sehr heftig wirken, unverhältnismäßig große Quantitäten, so dass die Befürchtung begründet ist, dass Menschen infolge des Genusses des jene Gifte enthaltenden Fleisches erkranken können, obgleich die betreffenden Thiere keine Vergiftungserscheinungen zeigten. Von hygienischem Interesse ist diesbezüglich eine Fangmethode der Fische. Zuweilen werden Fische durch narkotische Substanzen, insbesondere durch Einwerfen der Kockelskörner oder der Wurzel von Cyclamen europeum ins Wasser, betäubt, kommen auf die Oberfläche und können dann mit der Hand gefangen werden. Auf diese Weise kann Pikrotoxin ins Fischfleisch kommen. Solche Fangmethoden sind gesetzlich zu verbieten. Weiter muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass neuerdings die Arsenikfütterung zum Zwecke der Mästung bei Ochsen und Hammeln, sowie zur Mästung unbrauchbarer Pferde hie und da von Landwirten zur Anwendung kommt, wobei eine starke Prise gepulverten Arseniks auf das Futter gestreut wird.

Wie gefährlich aber ein solcher Arsenikzusatz werden kann, ergibt sich schon aus der wiederholt gemachten Erfahrung, dass Kälber, welche die Milch der mit Arsenik gefütterten Mutterkühe saugten, vergiftet wurden. Hartig hat gefunden, dass der weiße Arsenik in alle thierischen Gewebe übergeht, was häufig schon in acht Stunden geschieht. Die Ausscheidung desselben geschieht aber immer nur allmählich, so dass er z. B. fünf Tage nach der letzten Gabe noch in der Milch gefunden wurde und bei einem anderen Versuche sogar nach 21 Tagen noch nicht völlig aus dem Körper entfernt war.

Entozoën im Fleisch.

Die Fleischnahrung wird für den Menschen sehr häufig schädlich durch verschiedene parasitische Entozoën, obschon keineswegs alle Entozoën nur durch die Fleischnahrung in unseren Körper gelangen. Die kleinen Schnecken, welche in frischen Vegetabilien (Salat, Obst) sitzen und die wir häufig, ohne es zu ahnen, verschlucken, enthalten mancherlei Trematoden. Gewisse Entozoën können uns aber durch Fleisch von Thieren, das an sich frei von Parasiten ist, zukommen. Der Hackklotz eines Fleischers, an dem eine Schweinefinne haftet, kann uns diese mit Hammelfleisch etc. zuschicken. Je inniger der Verkehr des Menschen mit Entozoën beherbergenden Thieren sich gestaltet, desto häufiger sind Infectionen und Krankheiten durch Entozoën. Die mit ihren Hunden im engsten Verkehr stehenden Lappländer werden in erschreckender Zahl vom Echinococcus befallen, der von der Taenia Echinococci ihrer Hunde stammt. Ein Sechstel der Bevölkerung Islands geht durch diesen Bandwurm zugrunde.

Die Erkenntnis der den Menschen bewohnenden parasitischen Entozoën ist derzeit sicherlich noch nicht abgeschlossen. Nebst der Trichina

spiralis sind einige Band- und Blasenwürmer von besonderer Wichtigkeit, und zwar: der gemeine Bandwurm (Taenia solium) und die dazu gehörige Finne (Schweinefinne), dann der gestreifte Bandwurm (Taenia mediocannelata) und die dazu gehörige Finne (Rinderfinne) und endlich der breite Bandwurm (Bothriocephalus latus). Der letztgenannte Parasit hat keine allgemeine Verbreitung und tritt nur in einigen Gegenden der Westschweiz, Frankreichs, Russlands und Skandinaviens auf.

a) Die Finne.

Im Jahre 1852 constatierte Küchenmeister, dass die sogenannte Schweinefinne der jugendliche Zustand jenes Thieres ist, das man als einen Parasit des menschlichen Körpers, als Bandwurm, schon lange kannte. Küchenmeister ließ einen zum Tode verurtheilten Verbrecher eine größere Zahl von Finnen mit dem Essen einnehmen und fand nach der Hinrichtung im Magen die Finnen in Bandwürmer verwandelt. Auch von anderer Seite sind solche Infectionsversuche gemacht worden.

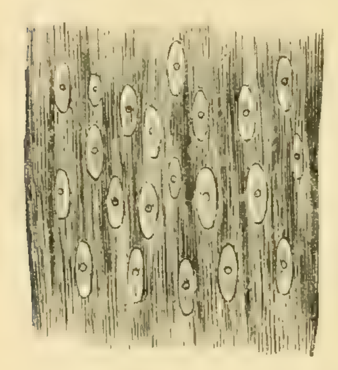


Fig. 165.

Gelangt also die Finne lebend in den menschlichen Magen, so entwickelt sie sich zum Bandwurm, indem der Kopf sich an der Wandung der Verdauungsorgane anhängt und festsetzt, die Blase aber abfällt und dafür sich bandförmige Glieder, Proglottiden genannt, entwickeln, deren Zahl viele Hunderte erreicht. Diese Glieder trennen sich in reifem Zustand mit Eiern gefüllt von selbst ab, um mit dem Darminhalte zugleich nach außen entleert zu werden. Die Glieder entleeren ihre Eier durch eine besondere an dem Seitenrande liegende Mündung.

Das Schwein, das auch den Menschenkoth nicht verschmäht, führt auf diese Art die befruchteten Eier in seinen Speisecanal ein, woselbst sie zur Entwickelung gelangen. Die aus den Eiern hervorgehenden Thierchen breiten sich im Körper des Schweines aus, indem sie die Wandungen des Speisecanals durchbohren, nach allen Gegenden des Körpers wandern, um sich an irgend einer Stelle festzusetzen und als Finne (Cysticercus) auszubilden. Der Lieblingssitz der Finne sind solche Stellen, wo das Bindegewebe die Skeletmuskeln umhüllt oder trennt. Aber auch im Herzen, in der Zunge, den Augenhöhlen, den Lungen und Eingeweiden hat man sie gefunden. Die Zahl der Finnen im Körper des Schweines variert sehr. Oft findet man nur einige wenige, oft aber so viele Tausende, dass das Muskelgewebe davon ganz durchsetzt erscheint (Fig. 165). Man nimmt an, dass die Umwandlung des Eies des Bandwurmes zu einer ausgewachsenen Finne zwei bis drei Monate dauert und dass die Finne im Schweine nach drei- bis sechsjähriger Existenz abstirbt.

Die im Körper des Schweines sich entwickelnden Finnen wirken reizend auf die Formelemente der Gewebe, von welchen sie umgeben sind, wodurch es zu Zellen- und Kapselbildung kommt. — Die im Binde-

gewebe sitzenden Finnen sind deshalb durchgehends mit bindegewebigen Kapseln versehen. Nebstdem gibt es solitäre Finnen, z. B. in den Flüssigkeiten der Hirnhöhlen, des Auges u. s. w.

Die Finnen kommen nicht ausschließlich beim Schweine, sondern bei manchen anderen Thieren: Affen, Bären, Hunden, Ratten, und sehr häufig auch beim Menschen vor.

Zur Entstehung dieser Parasiten beim Menschen kommt es dann, wenn die Proglottiden bei mit Bandwürmern Behafteten statt nach außen, in den Darm abgesetzt und darin entwickelt werden. Die Menschenfinne hat dieselbe Beschaffenheit wie die Schweinefinne, und auch die Mengen der Finnen im menschlichen Körper wechseln sehr; man hat Menschenleichen untersucht, die Tausende von Finnen enthielten. Die Folgen der Finneninfection beim Menschen sind in jedem Falle andere; es hängt besonders von dem Sitze, den die Finnen einnehmen, ab, ob schwere oder leichtere Erkrankungen erfolgen. Am bedenklichsten sind die Fälle, wenn sich die Finnen in lebenswichtige Organe einlagern.

Dagegen erkranken die Schweine unter der Anwesenheit der Finne nur selten; in der Regel nehmen finnige Schweine an Körpergewicht und Kraft zu und zeigen überhaupt das Aussehen gesunder Thiere.

Die Finne gleicht einer erbsen- bis kirschkerngroßen Blase. Fig. 166 stellt eine freie Finne vergrößert dar. Die meisten Finnen sind in Kapseln eingeschlossen. Sie besitzen als äußere Hülle eine dünne, zarte Membran, mit wasserheller Flüssigkeit erfüllt. Nimmt man die Finnen aus den Kapseln heraus, so bemerkt man mehr oder weniger deutlich eine geringfügige Einziehung und mit dieser im Zusammenhange im Innern einen harten gelblichen oder weißlichen Körper, der durch die Blasenwand hindurchscheint. Beim Aufschneiden der Blase zeigt sich dieser Körper als ein keulen- oder birnförmiger Sack, in welchem der handschuhfingerartig umgestülpte Bandwurmkopf eingeschlossen ist. Derselbe gleicht vollständig dem Kopfe des ausgebildeten Bandwurmes; er besitzt vier Saugäpfel und einen doppelten Hakenkranz von je 16 Häkchen, deren Spitzen sämmtlich in einer Kreislinie liegen. Die Häkchen des äußeren Kreises sind kürzer als die des inneren und haben einen bedeutend kürzeren hebelartigen Fortsatz (Fig. 166 und 167). An den Kopf schließt sich ein Hals und ein kurzer Bandwurmkörper an. Diese beiden Organe sind länger als der sie einhüllende Sack und erscheinen quer gerunzelt.

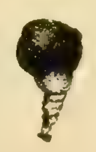


Fig. 166.

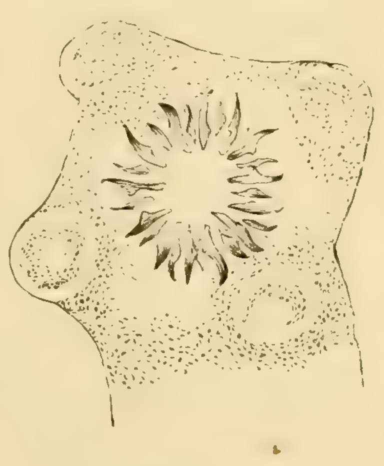


Fig. 167.

Die Rindsfinne, Taenia saginata, ist die größte der menschlichen Tänien (7 bis 8 *m* lang), mit 1300 Proglottiden, deren 600 etwa geschlechtsreif sind. Diese Tänia hat wohl vier stark entwickelte Saugnäpfe, aber keinen Hakenkranz.

Ihre Finne findet sich beim Rind, bis zu 1 *cm* groß werdend. Der Mensch behaftet sich sowohl mit der Finne wie auch mit dem Bandwurm. Am häufigsten finden sich finnige Rinder im Punjab (bis 5 Procent) in Indien, da die Thiere dort sehr häufig von Menschen beschmutztes Gras verzehren (Flemming) oder schmutziges Wasser zu saufen bekommen.

Ähnlich verhält es sich in Abessinien. Die Gewohnheit, rohes Fleisch zu essen, verschafft dort Jedermann den Bandwurm; ja die Bewohner fühlen sich ohne einen solchen nicht wohl, sie treiben ihn nie ab und wenn sie Kusso nehmen, so geschieht es nur, um den Bandwurm etwas zu kürzen.

Die Taenia ist in Afrika, Arabien, Syrien, Australien, Amerika viel verbreitet, bei uns selten. Köchinnen, Metzger, Wirte werden am häufigsten befallen. Genuss rohen, wie halbrohen Fleisches vermittelt vielfach die Infection. Die Tänien halten sich 8 bis 20 Jahre hindurch.

Bothriocephalus, der „Grubenkopf“, ist endlich noch die dritte, nicht so sehr seltene Bandwurmart, auf welche man neuester Zeit mehr aufmerksam geworden ist und dessen Verbreitungsart genauer erforscht wurde.

Er hat einen glatten, hakenlosen Kopf mit zwei spaltförmigen, tiefen, musculösen Sauggruben. Der Körper ist anfänglich fadenförmig, in der Mitte am breitesten, die Glieder sind vielfach schlecht gegeneinander abgegrenzt. Die hinteren Glieder haben quadratische Form. Die Geschlechtsöffnungen befinden sich ventral in der Mitte der Glieder.

Die Eier (s. Fig. 119) sind von einer einfachen braunen Schale umgeben, deren eines Ende ein klappenförmiges Deckelchen bildet. Es kommen zwei Arten: Bothriocephalus latus und Bothriocephalus cordatus, vor. Die Würmer können bis zu 8 Meter erreichen.

Die Finne des Bothriocephalus findet sich namentlich in Fischen, wie z. B. im Hecht, dann in dem aus Hechteiern bereiteten Caviar (Braune); allenfalls könnte auch rohes Lachsfleisch zur Verbreitung beitragen (Küchenmeister). Die Eier von Bothriocephalus können sich in schlechtem Wasser finden.

Die beste Prophylaxis gegen Wurmkrankheiten, sowie sie durch Fleisch verbreitet werden, ist der Verzicht auf rohes und halbgares Fleisch. Nach Perroncito bewegen sich die Finnen bei 36 bis 38° sehr lebhaft, bei 44 bis 48° hören dann die Bewegungen auf (bei Taenia saginata gegen 44°, bei Taenia mediocannelata gegen 48°), bei 48° tritt der Tod ein. (Bei der Trichine erst bei 60°!)

Die Finnen überleben den Tod ihres Wirtes bei kühler Temperatur um 14 Tage und darüber, erst die Fäulnis tödtet sie. In Wasser und Kochsalzlösungen sterben sie in 24 Stunden. Räuchern und Pökeln soll die Finnen gleichfalls tödten.

Nach einer Infection gehen nach dem 50. bis 60. Tage beim Menschen die ersten Bandwurmglieder ab (Perroncito).

b) *Die Trichine.*

Unter allen durch die Fleischnahrung in den Menschen gelangenden Entozoën hat die Trichine die größte Bedeutung.

Seitdem man die Trichinenkrankheit ihrem Wesen nach kennt und sicher zu diagnosticieren vermag, lässt sich die Größe des Unheils ermessen, welches trichinöses Fleisch wiederholt hervorgerufen hat. Im Jahre 1865 wurden in Hadersleben durch ein einziges Schwein 337 Erkrankungen mit 101 Todesfällen, und 1874 in Linden 497 Erkrankungen mit 65 Todesfällen verursacht.

Trichina spiralis ist ein lebendig gebärender Rundwurm. Lebenslauf und Entwickelung der Trichine im lebendigen Thierkörper sind folgender Art: Die mit dem Fleische des Schweines genossenen Muskeltrichinen verbleiben im Darmcanal und bilden sich daselbst in wenigen Tagen zu geschlechtsreifen Trichinen, Darmtrichinen, aus, es findet die



Fig. 168.

Begattung zwischen männlichen und weiblichen Trichinen statt, in kurzer Zeit, fünf bis sechs Tagen, gebären die Weibchen lebendige Junge, welche in die Muskeln überwandern.

Da ein jedes Trichinenweibchen während seines Aufenthalts im Darmcanal nach mäßigem Anschlag weit mehr als 1000 Embryonen hervorbringt, so steigert sich in kurzer Zeit die Zahl der im Organismus wandernden Embryonen zu einer wahrhaft enormen, und in gleichem

Schritt wächst auch die Intensität der Krankheitserscheinungen, da Millionen kleiner Würmchen reizend und zerstörend auf Darm- und Muskelgewebe einwirken und die große Zahl der verschwindend kleinen differentialen Eingriffe zu einem bedeutenden Gesammteffecte wächst. Die wandernden Embryonen (Fig. 168 *c*) sind schmale, kaum den zehnten Theil eines Millimeters lange Stäbchen, welche schon Mund- und Darmanlage besitzen und zu lebhaften Krümmungen ihres Körpers befähigt, unter dem Einflusse dieser Bewegungen sich zwischen den Geweben fortschieben. Vornehmlich wandern sie in den das Fleisch durchsetzenden Bindegewebszügen weiter, bohren dann die zarte Hülle, das sogenannte Sarkolemma, der Musculatur an und treten durch die enge Öffnung in den quergestreiften Inhalt derselben, wachsen, rollen und kapseln sich ein. Die Wanderung der Embryonen in den Muskeln ist eine unausgesetzte, bis ein Hindernis entgegensteht. Ein solches Hindernis bilden die sehnigen Ansätze der Muskeln. Hier kommen die wandernden Trichinen meist zur Ruhe und lagern sich in der erwähnten Weise zur Einkapselung. Um die sehnigen Ansätze herum findet man daher die meisten Trichinen.

Kommt die verkapselte Trichine durch Zufall in den Verdauungscanal eines anderen Thieres oder des Menschen, so wird die Kapsel durch die Magensäure gelöst und die Muskeltrichine (Fig. 168 *d*) entwickelt sich wieder zur Darmtrichine (Fig. 168 *a* und *b*).

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Trichine findet man an dem kaum millimeterlangen Faden ein dünnes Vorderende, an dessen Spitze die Mundöffnung liegt. Dieselbe führt in eine einzige Speiseröhre, welcher ein langer Abschnitt des Darmes, aus einer einzigen Reihe sehr großer Zellen gebildet, der Zellenkörper, folgt. An der einen Seite dieses Organes läuft die Verlängerung der Speiseröhre als sehr langer enger Canal weit herab, um schließlich unterhalb des Zellenkörpers in den erweiterten, bis zum hinteren Leibesende reichenden Magendarm überzugehen. Unter der zarten, feingeringelten Haut mit ihrem Muskelschlauch verläuft jederseits der für die Nematoden so charakteristische, drüsige Seitenstrang, in gewissem Sinne die Niere des Thieres. Mit der zunehmenden Dicke des Wurmes nehmen die Darmzellen an Größe zu und liegen dicht an der Wandung des Hautschlauches. Der hintere Theil des Körpers enthält außerdem die Zeugungsapparate. Die Männchen (Fig. 168 *a*) haben am Hinterende zwei Haken oder Zapfen *f* neben der Öffnung der Cloake. Bei dem Weibchen *b* erstreckt sich der Geburtsweg bis innerhalb des ersten Drittels der Körperlänge und hat hier, also am Vordertheile des Körpers, seitlich seinen Ausgang.

Die Kapsel der Muskeltrichine hat eine ovale Form. In ihrem weiteren Theile liegt die Trichine spiralig eingerollt (Fig. 169 *c*). Unter dem Mikroskop erscheint die Kapsel, wenn ihre Verkleidung noch nicht vorgeschritten ist, hell und durchsichtig und man kann darin den Wurm deutlich sehen (Fig. 169 *b*). An jedem Ende des Ovals findet sich ein stumpfer, dunkler Ansatz, so dass die Kapsel einem menschlichen Auge nicht unähnlich ist. Verkreidete Kapseln (Fig. 169 *d*) sind unter dem Mikroskop undurchsichtig. Legt man aber die verkreidete Kapsel in mäßig verdünnte Essigsäure, so erfolgt die Lösung der Kalkschale und die Kapsel wird wieder durchsichtig.

Zur Prüfung des Fleisches auf Trichinen schneidet man von den erfahrungsgemäß am meisten inficierten Muskeln, wie Zwergfell-, Kau-, Kehlkopf- und Zwischenrippenmuskeln, nahe gegen ihre Anheftungspunkte oder Übergangsstellen in die Sehnen, sehr feine, dünne Schichten heraus, breitet selbe aus und hält sie gegen das Licht. Sind Trichinen in großer Zahl vorhanden, so sieht man kleine weiße Pünktchen in der Muskelfaser mit freiem Auge (Fig. 169 *a*).

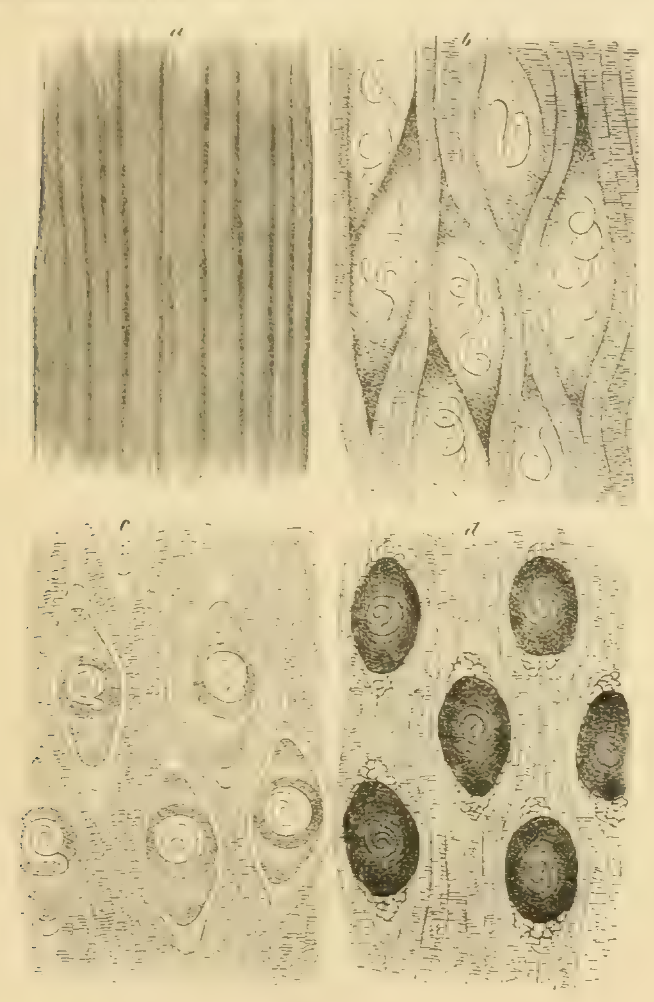


Fig. 169.

Nun wird die mikroskopische Untersuchung vorgenommen. Bei 50- bis 80facher Vergrößerung sind die Muskeltrichinen am schnellsten aufzufinden. Man schneidet mit der krummen Schere kleine Muskelstückchen von den oben erwähnten Muskeln heraus, legt eines dieser Stückchen auf ein Objectglas, gibt einen Tropfen Glycerin oder schwache Kochsalzlösung dazu, zerzupft und breitet es mittelst Nadeln gehörig aus, bedeckt es mit einem Glasplättchen und gibt das Präparat auf den Objectträger.

Findet man eine verdächtige Stelle, so schreitet man zu einer 100- bis 200fachen Vergrößerung, um den inneren Bau des Wurmförmigen zu mustern. Letzterer ist charakteristisch genug, als dass eine Verwechslung mit wurmartig gekrümmten Fleischfasern, Miescher'schen Körperchen oder Gespinnstfasern möglich wäre.

Der Mensch erwirbt die Trichine fast ausschließlich durch den Genuss rohen oder nicht gar gekochten Schweinefleisches. Die häufige Trichinose des Schweines wird hauptsächlich dadurch vermittelt, dass die trichinenhaltigen Abgänge der Schweine in Schlächtereien und Abdeckereien anderen Schweinen zur Nahrung gereicht werden, weiters, dass Schweine trichinöse Ratten und Mäuse (eine Lieblingsspeise der Schweine) fressen. Trichinen sind auch bei Katzen, Füchsen, Igeln beobachtet worden.

Zum Schutze gegen Trichinen- und Finneninfection empfehlen sich folgende Maßregeln:

a) Belehrung des Publicums, die wesentlichst sicheren Erfolg versprechende Maßregel. Jeder sollte wissen, dass das sicherste Mittel, sich vor den Folgen der Trichinen- und Finneninfection zu bewahren, Vermeidung des Genusses eines rohen oder wenig erhitzten Fleisches ist. Zur Tödtung dieser Entozoën genügt eine Hitze von 60°, weil bei dieser Temperatur das Eiweiß coaguliert. Bei 70° verliert das Fleisch vollkommen sein blutiges Aussehen. Doch muss diese Temperatur das ganze Fleischstück durchdrungen haben. Das Übergehen der Blutfarbe des Muskels an allen Stellen in die bekannte Farbe des gar gekochten Fleisches kann hiefür als Anhaltspunkt dienen. Bei Schinken bietet die Farbe selbstredend keinen Anhaltspunkt.

Das eingepökelte Fleisch muss einige Wochen in der Lake liegen, wenn alle Trichinen getödtet werden sollen. Das Räuchern und Trocknen tödtet ebenfalls die Trichinen, aber nur, wenn es lange genug stattfindet; bei der Schnellräucherung erreicht man nicht jene Temperatur, um auch die im Innern der Schinken befindlichen Trichinen zu tödten.

b) Schweine sollen so gehalten werden, dass sie trichinen- und finnenhaltiges Material nicht erhalten können (Stallfütterung).

c) Alle wertlosen, trichinenhaltigen und trichinenverdächtigen Thierleichen (Ratten, Mäuse, Igel) sollten in der Weise vertilgt werden, dass die Infection anderer Thiere vermieden wird.

d) Jeder Fall von Trichinose beim Menschen und beim Schweine soll amtlich angezeigt werden, damit die Quelle aufgesucht und die für den speciellen Fall geeigneten Verhütungsmaßregeln der Weiterverbreitung ergriffen werden.

e) Es soll das zum Verkauf zugelassene Fleisch durch besonders dazu angestellte Personen, „die Fleischbeschauer,“ untersucht werden.

Manche halten zur Verhütung der Trichinenkrankheit die obligatorische Untersuchung des Schweines für nothwendig. Man sagt, bei der ewigen Unmündigkeit des Volkes in gewissen Dingen nützen bloße Belehrungen über die Zubereitung des Fleisches nichts, da sie vom größeren Theil der Bevölkerung doch nicht beherzigt werden. Man weist auf die Erfahrungen hin, welche die Nützlichkeit der Trichinenschau erweisen. Nach Gerlach's Zusammenstellung wurden in Deutschland in 11 Jahren über 600 trichinöse Schweine entdeckt; nebenbei sind infolge der Untersuchung auf Trichinen auch finnige und anderweitig kranke Schweine aufgefunden und unschädlich gemacht worden.

Im Jahre 1877 fanden in Deutschland 12.865 amtlich bestellte Fleischbeschauer 701 trichinöse Schweine, d. i. ein trichinöses Schwein auf 2800 untersuchte Schweine.

Andererseits werden sehr richtig gegen die Einführung der obligatorischen Trichinenschau mancherlei Einwendungen erhoben. Man betont, die staatliche Beaufsichtigung der Nahrungsmittel könne sich immer nur auf die zum Verkauf bestimmten, nicht auch auf die innerhalb der Familien gewonnenen und verzehrten beziehen und es sei demnach diese Maßregel eine einseitige. Wer Belehrungen und Warnungen, rohes Fleisch nicht zu genießen, nicht befolgt, habe die Folgen sich ebenso selbst zuzuschreiben, wie Jemand, der eine Eisfläche betritt, welche polizeilich als unsicher bezeichnet ist. Die obligatorische, mikroskopische Fleischbeschau ist eine Maßregel, deren Kostspieligkeit außer Verhältnis mit dem beabsichtigten Zweck stehe. Trotz alledem gewähre die Trichinenschau keinen vollkommenen Schutz, da bei solchen Untersuchungen das Resultat auch dann negativ ausfallen kann, wenn thatsächlich trichinöses Material vorliegt. Wie leicht bei solchen Untersuchungen Täuschungen möglich sind, beweist unter Anderem die Thatsache, dass, nachdem 1875 in Plauen vier Erkrankungen an Trichinose vorgekommen waren, Personen, welche mit dem Mikroskope vertraut waren, 30 bis 40 Präparate aus dem verdächtigen Schinken untersuchen mussten, bevor sie auf eine Trichine stießen.

Die Trichinenschau bietet keine erheblichen Schwierigkeiten dort, wo ein öffentliches Schlachthaus mit Schlachthauszwang besteht und auch das Schlachten der Schweine in demselben obligatorisch gemacht wird.

Verdorbene Fleischwaren.

Nicht selten werden nach Genuss von verdorbenen Fleischwaren sehr umfangreiche Erkrankungen mit tödtlichem Ausgange wahrgenommen. Die Vergiftung tritt meist 24 Stunden nach Aufnahme der Speisen ein unter den Symptomen eines heftigen Magen- und Darmkatarrhs; bisweilen besteht Pupillenerweiterung, Accommodationslähmung, Ptosis, Trockenheit im Halse, Tonlosigkeit der Stimme.

In jedem Jahre sind eine große Zahl solcher Todesfälle zu verzeichnen. Da sehr häufig Wurstwaren die Ursache der Vergiftung sind, so spricht man auch von einem Wurstgift. Bekannt ist die Massenvergiftung in Chemnitz 1879 mit 250 Erkrankten, jene in Middelburg (Holland) mit gleichfalls 250 Erkrankten, ferner in Chemnitz 1886 mit 100 Erkrankten u. s. w.

Es scheint heutzutage keinem Zweifel unterworfen zu sein, dass es sich in der Mehrzahl dieser Fleischvergiftungen um Intoxication von Fäulnisalkaloiden handelt. In einem in Tübingen 1886 beobachteten Falle mit 10 Erkrankungen und 8 Todesfällen hat Ehrenberg aus den verzehrten Würsten wirklich Fäulnisalkaloide dargestellt.

Bei der Fäulnis des Fleisches entstehen nach Brieger eine große Anzahl von Alkaloiden, Cadaverin, Putrescin, Mydaleïn, Methylendiamin, Trimethylamin, Mydin, Neurin, Muscarin, Gadinin, Methylguanidin. Giftig wirken Cadaverin, Muscarin, Neurin, Putrescin, Gadinin, Methylguanidin.

Nicht zu jeder Zeit der Fäulnis sind aber alle diese Producte vorhanden; sie können entstehen und im Verlaufe der Fäulnis wieder zugrunde gehen.

Daher braucht faulendes Fleisch durchaus nicht jederzeit Schaden hervorzurufen; es kommt auf den Fäulnisgrad an, in welchem es aufgenommen wird. Haben sich einmal die Fäulnisalkaloide — Ptomaïne — entwickelt, dann verhindert das Kochen der betreffenden Fleischtheile nicht die Infection.

Vielfach wird es für schwer begreiflich gefunden, dass die Menschen hochgradig durch die Fäulnis verändertes Fleisch aufnehmen und sich dadurch vergiften.

Einerseits muss man aber erwägen, dass vielleicht keineswegs immer nur Fäulniskeime es sind, welche Giftstoffe hervorrufen; es gibt auch Keime, welche ohne solche Erzeugung stinkender Stoffe eine Zersetzung des Fleisches erzeugen. Wir werden also diesen Gedanken der Bacterienwirkung, ohne den Charakter der Fäulnis, nicht von der Hand weisen dürfen.

Dann aber ist zu bedenken, dass die meisten Fleischvergiftungen Würste betreffen, und dass die Volksfeste u. dgl. es sind, bei denen der Vertrieb solch gesundheitsschädlicher Ware am meisten versucht wird. In den Würsten wird ein fauler Geruch durch die starken Würzmittel, Salz, Pfeffer, Zwiebeln, Knoblauch und durch die allenfallsige Räucherung vollkommen gedeckt.

Wenn man nun auch heutzutage fast allgemein die Wurstvergiftung als eine Folge der Aufnahme toxisch wirkender Stoffe auffasst, so ist es doch am Platze, darauf aufmerksam zu machen, dass dies noch nicht erwiesen ist und immerhin die Möglichkeit directer Wirkung durch die in faulenden Massen enthaltenen Bacterien ins Auge gefasst werden muss.

Hier wäre auch der Vergiftungen zu gedenken, welche vor nicht langer Zeit durch Miesmuscheln hervorgerufen worden sind. Diese sollen beim Aufenthalt in unreinem Wasser in ihrer Leber das Mytilotoxin erzeugen und dadurch die Erkrankungen hervorrufen

Auch bei Austern hat man Ähnliches gefunden; wenn diese in schlechtem z. B. durch Canalwässer verjauchtem Wasser wachsen, können sie — und ähnlich auch die Krabben — Vergiftungen hervorrufen.

Anforderungen an den Fleischverkauf; die Fleischfälschung.

Das zum Verkauf gelangende Fleisch soll stets nur bankmäßiges, d. h. gemästetes Fleisch sein. Wird auch anderes Fleisch geringerer Qualität zugelassen, so müsste hierauf in einer den Consumenten leicht sichtbaren Weise aufmerksam gemacht werden, noch besser diese Verkaufsstellen von jenen des bankmäßigen Fleisches getrennt werden. Ebenso muss bei Verausgabung von Fleisch von tuberculösen Thieren der Consument über die Qualität des Verkauften unterrichtet werden.

Als Rindfleisch im engeren Sinne soll nur Ochsenfleisch verkauft werden. Schmalfleisch nennt man das Fleisch der Kuh, das junger

weiblicher und männlicher Rinder, sowie das Stierfleisch. Ochsen geben mit acht Jahren das beste Fleisch, vom 12. bis 14. Jahre ab wird es zähe.

Die zweite Anforderung ist die, dass nicht mehr Knochen mit dem Fleische verkauft werden dürfen, als dem Einzelthier zukommen. In großen Städten wird namentlich derjenige, welcher nur wenig Fleisch einkauft, vielfach in schamloser Weise übervortheilt. Es werden sogar die Knochen von Thieren angekauft, die z. B. zur Herstellung von Wurstwaren dienen und mit dem Bankfleische verkauft.

Kälber, die nicht 20 *kg* wiegen oder nicht vier Wochen alt sind, sollten nicht auf den Markt zugelassen werden. Zum Genusse gelangende Ferkel sollen mindestens zwei Wochen, Ziegen und Lämmer fünf Wochen alt sein.

Die Fleischfälschung besteht in dem Verkauf minderwertigen Fleisches an Stelle einer besseren Sorte; in diesem Sinne ist sie also eine Unterschiebung. Sehr häufig wird Kuhfleisch an Stelle von Mastfleisch verkauft, oder das Fleisch von Kälbern, welche nur wenige Tage alt sind, an Stelle guten Kalbfleisches abgegeben, ferner das Fleisch von tuberculösen Thieren ohne Angabe dieses Umstandes zu Markt gebracht, namentlich aber bei Fischen die billigen Sorten einer wertvollen Fischsorte unterschoben.

Minderwertiges Fleisch ist auch faulendes Fleisch. Der Genuss desselben erzeugt die oben genannten gefährlichen Erkrankungen. Nicht selten verwenden die Fleischer f i n n i g e s Fleisch zur Herstellung von Würsten, da man die Finnen dabei nicht mehr erkennen kann.

Der Nachweis der Finnen scheint nur dann einigermaßen möglich, wenn es sich um die Schweinefinne handelt, da diese einen Häkchenkranz aus Chitin besitzt. Das verdächtige Fleisch wird der Verdauung mit Magensaft oder Pankreassaft unterworfen und dann der sich ergebende Bodensatz mikroskopisch auf die Häkchen der Finne untersucht.

Nicht selten ist der Zusatz von Stärkemehl zu Wurstwaren; das Auffinden der Stärke unterliegt keinerlei Schwierigkeiten. Man breitet die Wurstmaße in dünner Schicht auf eine Glasplatte aus, legt diese auf weißes Papier und gibt nun Jodjodkalium darauf. Selbst 1 Procent Stärkezusatz ist noch leicht mikroskopisch zu erkennen. Bei sehr fetten Würsten empfiehlt sich vorheriges Ausziehen mit Alkohol, dann mit Äther.

In betrügerischer Absicht wird bei Würsten, welche zum baldigen Consum bestimmt sind, W a s s e r beigemengt; in den meisten Fällen bietet die Erkennung eines solchen Zusatzes keine Schwierigkeit. Man bestimmt den Trockengehalt der Wurstwaren, sowie den Fettgehalt, dann berechnet man das Verhältnis von Eiweiß zu Wasser. In normalen Fleischsorten erweist sich dieses Verhältnis äußerst constant.

Controle des Fleischmarktes.

Wenn von Seite der Aufsichtsbehörde alle für die gesundheitlich entsprechende Qualität des Fleisches belangreichen Gesichtspunkte beachtet und mit Rücksicht darauf die Fleischcontrole geübt werden soll, so ist die Errichtung eines öffentlichen Schlachthauses mit Schlachthauszwang hiefür ein unabweisbares Erfordernis, namentlich in größeren Städten.

Denn nur in dem Falle, als alle Fleischerzeuger gehalten werden, in einem gemeinsamen, öffentlichen und amtlich beaufsichtigten Schlachthause ihr Großvieh zu schlachten, ist eine ausreichende, bequeme, sichere und billige Controle ausführbar. Diese Controle ist besonders deshalb wertvoll, weil jedes einzelne Schlachtthier vor und nach dem Schlachten von Sachverständigen gründlich und auch mikroskopisch untersucht werden kann. Die im Schlachthause geübte Aufsicht lässt sich auch auf die Art der Schlachtung, dass dabei Roheiten verhütet werden und dabei Reinlichkeit gehandhabt wird, ausdehnen.

Mit den Schlachthäusern sollten hinreichende Stallungen und Futterböden in directer Verbindung sein, damit die Thiere vor dem Schlachten eine Zeitlang ausruhen und sich von den Strapazen des Transports erholen. In jedem größeren öffentlichen Schlachthaus sollte ein Thierarzt als Sachverständiger permament fungieren und für seine Untersuchungen die nöthigen Localitäten und Hilfsmittel zur Verfügung haben.

Ein vollständiger Schutz kann dem Publicum jedoch auch durch diese Einrichtung nicht gewährt werden. Es kommt zunächst in Betracht, dass die Einfuhr von todtem Fleisch nicht untersagt und dieses von Sachverständigen bei der gewöhnlichen Beschau nicht immer sicher darauf beurtheilt werden kann, ob es ganz frei von schädlichen Bestandtheilen ist, beziehungsweise ob es von ganz gesunden oder von kranken Thieren herrührt.

Weiters ist es leicht begreiflich, dass die Institution der öffentlichen Schlachthäuser in der Regel nur größeren Städten zugute kommen kann, weil in diesen Fällen die Rentabilität des aus Gemeindemitteln errichteten Schlachthauses außer Zweifel steht, während in kleineren Städten und in ländlichen Gemeinden die öffentlichen Verwaltungen oft große Summen Geldes zusetzen müssten, um ein den hygienischen Anforderungen genügendes öffentliches Schlachthaus zu errichten und in Betrieb zu erhalten.

Wo öffentliche Schlachthäuser nicht bestehen und nicht errichtet werden können, kann die Controle dennoch eine ersprießliche sein, wenn der Fleischverkauf eine Regelung erfährt und auf besonders eingerichtete Fleischhallen, woselbst die Fleischprüfung vorgenommen wird, beschränkt bleibt. Der Verkauf des Fleisches nach Qualitäten zu entsprechend verschiedenen Preisen ist mit Rücksicht auf die Verschiedenheit des Geschmackes und des Nährwertes des Fleisches (namentlich des Ochsenfleisches von verschiedenen Körperregionen) gerechtfertigt und vom marktpolizeilichen Standpunkte nur gut zu heißen. Selbstverständlich muss sich die Marktcontrole auch darauf erstrecken, dass nicht minderwertiges Fleisch als besseres verkauft werde.

Die Vortheile, die ein öffentliches Schlachthaus bietet, sind mit der Möglichkeit einer zweckmäßigen Fleischcontrole nicht erschöpft; es werden auch alle jene Übelstände, welche der Betrieb des Schlächtereigewerbes mit sich führt und die sich mit der Zahl einzelner Privatschlächtereien in einer Stadt in geradem Verhältnisse steigern, vereinfacht und, wenn die Anlage des öffentlichen Schlachthauses eine gute ist — wie sie es, da sie aus öffentlichen Mitteln errichtet wird, wirklich sein kann — auf ein minimales Maß reduciert. Hierüber wird im Abschnitt über Gewerbehygiene Weiteres erörtert.

Drittes Capitel.

Die Milch.

Unter den animalischen Nahrungsmitteln hat die Milch eine sehr wichtige Stellung, da sie bei dem Neugebornen in der Regel die ausschließliche Ernährung übernimmt und auch in der Kost des Erwachsenen vielfach einen nicht unerheblichen Bruchtheil des Nahrungsbedürfnisses deckt. Sie enthält alle Stoffe, welche zum Aufbau des Organismus nothwendig sind. Als ausschließliches Nahrungsmittel für den Erwachsenen eignet sie sich trotzdem nicht, weil für diesen das Volumen der zur Deckung des täglichen Nahrungsbedarfes aufzunehmenden 3 bis 4 *l* Milch zu groß ist. Auf zwei bis drei Mahlzeiten ausgetheilt, wäre diese Milchmenge den Meisten zu reichlich. Doch gibt es ganze Volksstämme, welche sicher einen sehr großen Theil ihres Nahrungsbedarfes der Milch entnehmen, wie z. B. die Bauern in Schweden, das Volk in Kurdistan, die Beduinen Arabiens. Auch bei uns ist in manchen Provinzen auf dem Lande der Milchconsum ein bedeutender. In den Städten tritt derselbe aber leider sehr zurück. Für den Tag und Kopf der Bevölkerung werden verzehrt an Milch

in München	562 *g*
„ Königsberg	383 *g*
„ Paris	228 *g*
„ London	107 *g*

Die Milch entsteht in der Milchdrüse, indem das Drüsengewebe zerfällt und sich wieder regeneriert. Es werden also die Milchbestandtheile nicht etwa nur durch die Drüsenzellen hindurch ausgeschieden.

Die Beschaffenheit der Milch ändert sich während der Dauer der Milchbildung; zu Beginn der Milcherzeugung vor erfolgter Geburt, sowie kurze Zeit nach der Geburt wird eine mehr oder minder gelbliche Milch von dem Mutterthier geliefert — Colostrum oder Biestmilch genannt. Das Colostrum der Kuh ist für den Menschen ungenießbar. In der weiteren Folge der Milchproduction nimmt die Milch dann jene Beschaffenheit einer weißlichen, undurchsichtigen Flüssigkeit an, welche Allen bekannt ist. Dieses Aussehen behält sie bis zum Versiegen der Milchsecretion bei.

Die Kühe werden durchschnittlich im dritten Lebensjahre „milchend“, liefern das größte Milcherträgnis erst nach dem fünften bis siebenten Kalben (Fleischmann). Nach dem vierzehnten Kalben versiegt allmählich die Milcherzeugung, weshalb man die Thiere zum Schlachten mästet. Man nennt sie dann Galtvieh. Die Zeit vom Kalben bis zum Versiegen der Milch bezeichnet man als Lactationszeit. Bei der Kuh währt dieselbe etwa 300 Tage, etwa sechs Wochen liefert dann die Kuh keine Milch.

Morphologisch betrachtet besteht die Milch aus einer Flüssigkeit (Milchserum), in welcher unzählige kleine Fetttröpfchen von 0·0014 bis 0·0063 *mm* Durchmesser (Bohr) und starkem Lichtbrechungsvermögen schwimmen. Die Milch enthält in 1 cm^3 zwischen 2·6—11·4 Millionen Fettkügelchen (Bohr). Dieses emulsionsartige Fett bedingt durch seine Lichtzerstreuung im Wesentlichen die weiße Farbe der Milch. Beim

Stehen steigen die Kügelchen empor und bilden den Rahm, während unten die abgerahmte Milch in bläulicher Farbe zurückbleibt. Je nach der Größe der Fettkügelchen rahmt die Milch verschieden rasch auf. Bei gleichem Fettgehalt sind die Fettkügelchen oft ganz verschieden groß, die Aufrahmung also ungleich. Centrifugieren beschleunigt und vervollständigt die Rahmabscheidung; Centrifugalmilch wird nahezu fettfrei, da auch die kleinsten Fetttröpfchen dem Rahm sich beimischen.

Die Milch rahmt auf, die Fetttröpfchen fließen aber nicht zu einer öligen Masse zusammen, sondern bleiben getrennt. Dies rührt davon her, dass die in Milch vorkommenden Eiweißstoffe in gequollenem Zustande vorhanden sind und in ihrem Maschenwerk die Fetttröpfchen einschließen (Soxhlet). Eine besondere Membran, Haptogenmembran, wie man früher meinte, besitzen die Milchkügelchen nicht.

Schlägt oder schüttelt man bei hoher Temperatur die Milch, so kann man künstlich die Fetttröpfchen noch mehr verkleinern, ihre Zahl also mehren; kühlt man aber die Milch stark ab und schlägt und schüttelt sie, dann haften die erstarrenden Fetttröpfchen aneinander und scheiden sich als Butter ab, indess eine wässerige, bläulichweiß gefärbte Flüssigkeit, die Buttermilch, hinterbleibt.

In dem Colostrum sind außer den Fetttröpfchen noch die sogenannten Colostrumkörperchen, kugelige Gebilde von 0·00667 bis 0·025 *mm* Durchmesser, Fettkügelchen einschließend, enthalten. Häufig trifft man in der Milch Epithelialzellen, dagegen nur bei Krankheiten Eiterzellen und Blutkörperchen. Die Eiterkörperchen sind größer als die rothen Blutscheiben, matt granuliert, mit Kern. Ihre Begrenzung ist unregelmäßig.

Mittelst Filtrieren der Milch durch Thonzellen scheidet man das sogenannte Milchserum, eine vollkommen klare, süß schmeckende, leicht gelb gefärbte Flüssigkeit ab, welche Spuren von Eiweiß, Milchzucker und geringe Mengen von Aschebestandtheilen enthält.

Die Milch, welche auf den Markt gelangt, ist fast durchweg ein Gemisch der Milch vieler Kühe, wodurch mancherlei individuelle Ungleichheiten der Zusammensetzung behoben werden. Das specifische Gewicht dieser Marktmilch variiert (bei 15°) zwischen 1029 und 1033, abgerahmte Milch hat ein specifisches Gewicht von 1034 bis 1037, halbabgerahmte 1031 bis 1034. Die Vollmilch einer gesunden einzelnen Kuh schwankt zwischen 1025 und 1040.

In der Milch sind Eiweißstoffe enthalten, und zwar überwiegt das Caseïn, dessen Natur noch nicht vollkommen klargelegt ist. Theils rechnet man das Caseïn zu den Alkalialbuminaten, theils wird es für eine Verbindung von Nucleïn mit einem Eiweißstoffe gehalten (Hamarsten), theils für ein Gemenge von zwei Eiweißstoffen, die ihrerseits wieder Nucleïnverbindungen sind (Danilewsky). Mit diesen Eiweißstoffen des Caseïns scheint außerdem Tricalciumphosphat verbunden zu sein (Engling).

Das Caseïn wird durch verdünnte Säuren gefällt, ferner durch Lab, außerdem durch Eintragen von Kochsalz und Magnesiumsulfat bis zur Sättigung unter Erwärmen auf 37 bis 40°. Das Caseïn wird beim Kochen nur in minimalen Mengen ausgefällt; ist dagegen durch Zersetzung von Milchzucker Milchsäure gebildet, so gerinnt die Milch um so leichter, je mehr Säure vorhanden ist, schließlich auch spontan.

Neben dem Caseïn findet sich meist in wesentlich geringerer Menge ein durch Erhitzen auf 70 bis 80° ausscheidbarer, dem Serumalbumin

ähnlicher, mit ihm aber nicht identischer Eiweißstoff. Lactalbumin (Sebelien). In dem Colostrum, sowie in manchen pathologischen Fällen tritt er reichlich auf. Die Milch gerinnt dann beim Erhitzen, ohne dass eine Säuerung vorhanden zu sein braucht.

Caseïn und Albumin zusammen repräsentieren die überwiegendste Menge der Eiweißstoffe; in Spuren finden sich daneben aber noch das Lactoproteïn (Morin, Bouchardat, Quevenne), vermuthlich eine Mischung von Caseïn und Albumin (Hamarsten) und ein Lactoglobulin (Sebelien).

Das Milchfett enthält neben den allgemein im Thierkörper vorkommenden Triglyceriden, der Öl-, Stearin- und Palmitinsäure und neben geringen Mengen von Cholestearin, Lecithin und gelbem Farbstoff, die Triglyceride der Buttersäure, Capron-, Capryl-, Caprin-, Myristin- und Arachinsäure. Etwa 68 Procent der nicht flüchtigen Fettsäuren sind in Palmitin, Stearin, 30 Procent in Oleïn enthalten, die Menge der flüchtigen Fettsäuren in der Butter beträgt 7·0%, darunter 3·7—5·1 Buttersäure, 2·0—3·3 Kapronsäure (Duclaux). Gewisse Schwankungen hängen von den Jahreszeiten ab; im Winter finden sich mehr feste Fette als im Sommer. Das Butterfettgemenge schmilzt bei 31 bis 33° und erstarrt bei 19 bis 24°; in der Milch vertheilt, können die Fetttröpfchen aber weit unter diese Grenze abgekühlt werden, ehe sie erstarren. Dieselbe Beobachtung macht man auch an anderen fein emulgierten Fetten.

Die Milch enthält in bedeutender Menge den sonst im Organismus nicht auftretenden Milchzucker; vermuthlich bildet sich derselbe bei Pflanzenfressern synthetisch aus Glykose und Galaktose. Letztere soll nach Müntz identisch mit Arabinose sein, welche leicht aus Gummi und gummiähnlichen Substanzen sich abspaltet.

Man hat in der Milch auch Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, Lecithin, Cholesterin, Alkohol, Essigsäure, Citronensäure (Soxhlet) und zwei Alkaloide: Galaktin und Lactochrom, aufgefunden. Unter den Aschebestandtheilen nimmt der phosphorsaure Kalk eine wichtige Stelle ein, weil derselbe namentlich dem Kinde die Ausbildung des Knochensystems ermöglicht. Da man aus unveränderter Milch durch Zusatz von oxalsaurem Ammoniak nur minimale Mengen von Kalk zu fällen im Stande ist, muss man, wie schon oben mitgetheilt wurde, annehmen, dass der Kalk anderweitige Verbindungen eingegangen hat.

Frisch entleerte Milch reagiert amphoter, d. h. sie färbt sowohl Curcumapapier braun, als auch röthet sie blaues Lackmuspapier, da in der Milch sowohl alkalisch reagierendes (neutrales), als auch saures Kaliumphosphat vorhanden ist (Soxhlet). Nach einigem Stehen überwiegt die saure Reaction, weil durch die Thätigkeit von Mikroorganismen, vorzüglich des Bacillus lacticus sowie unter Umständen auch anderer Bacterien, der Milchzucker der Milch in Milchsäure umgewandelt wird. Schließlich gerinnt die Milch, d. h. die Säure fällt das Caseïn aus (Sauermilch). Die zwischen dem Gerinnsel befindlichen Milchbestandtheile nennt man saure Molke.

Einen höchst merkwürdigen Einfluss übt ein vom Kälbermagen zu gewinnendes Ferment, das Lab, aus, indem es ohne Änderung der Reaction bei gelindem Erwärmen der Käsestoff (Paracaseïn) in dicken Klumpen ausfällt, vielleicht unter Abspaltung einer albumoseartigen Sub-

stanz, des Molkeneiweißes (Hamarsten). Die dabei austretende Flüssigkeit nennt man die süße Molke. Gekochte Milch gibt keine Labwirkung. Man kennt noch anderweitige Gerinnungsvorgänge, z. B. jenen, der durch Zugabe von Salz zur Milch und Erwärmen hervorgerufen wird.

Die frische Milch hat einen specifischen Geruch und Geschmach, der die mannigfachsten Unterschiede aufweist. Durch das Kochen der Milch werden gewisse Veränderungen derselben hervorgerufen. Es ändert sich Geruch wie Geschmack, aber außerdem noch in sehr manifester Weise die chemische Zusammensetzung. Beim Kochen bilden sich meist dünne Häutchen an der Milchoberfläche, welche man vielfach für das durch die Siedehitze ausgeschiedene Lactalbumin hielt; doch bestehen sie vorwiegend aus Caseïn, das in kleinen Quantitäten abgeschieden wird, und Kalksalzen. Gekochte Milch gerinnt durch Lab nicht, sondern erst, wenn etwas Säure, sei es auch nur Kohlensäure, zugesetzt wird. Bei langedauerndem Kochen, namentlich aber bei Erhitzung auf Temperaturen über 100°, wird der Milchzucker zum Theil zerlegt, die Milch bräunt sich und schmeckt etwas bitter.

Zusammensetzung verschiedener Milchsorten.

Die Zusammensetzung der Milch hängt von verschiedenen Umständen ab: zunächst von der Gattung und Race des Thieres.

Die Verschiedenheiten der Milch mit Rücksicht auf die Gattungen werden durch folgende Tabelle erläutert:

Bestandtheile für 1000 Theile	Frauenmilch	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch	Eselsmilch	Stutenmilch
Wasser . . .	871·0	894·2	836·5	839·8	910·2	828·3
Feste Stoffe . .	129·0	125·8	136·4	160·1	89·7	171·6
Caseïn . . .	24·8	28·8	33·6	53·4	20·1	16·4
Albumin . . .	—	5·3	12 9			
Fette	39·0	36·5	43·5	58·9	12·5	68·7
Milchzucker . .	60·0	48·1	40 0	40 9	57·0	86·5
Salze	4·9	7·1	6·2	6·8		

Über die Milch von Kühen verschiedener Racen sind umfassende Untersuchungen angestellt worden, deren Ergebnisse nachfolgende Tabelle übersehen lässt:

Kuhmilch.

In 1000 Theilen	Schweiz	Tirol	Voigtland	Steiermark	Normandie	Bretagne	Angus	Durham	Holland	Belgien	Böhmen
Wasser	851·98	817 40	849 90	853·15	871·80	837·48	803·20	845·62	839·72	857·70	841·80
Feste Stoffe . .	148·02	182 60	150 16	146·85	128·20	162·52	196·80	154·40	160·28	142·30	158·20
Caseïn	22 56	41·98	37·64	22·63	42·18	46 50	45·62	32·46	34·87	31·50	28·52
Albumin . . .	3·08	7·60	8·00	8 82	5·50	7·24	7·90	11·14	7·32	9 10	10·20
Fette	70·88	79 60	51·40	62·80	32·40	57·04	98·80	64·10	68 46	62·20	63·40
Zucker	45 90	48 42	46 26	46 20	42·12	45·54	37·26	39·70	43 60	32·92	49·68
Salze	5.60	5·00	6 80	6·40	6·00	6.20	7·22	6·82	6·14	6·78	6.40

Die Milch macht mit den Jahreszeiten gewisse Veränderungen durch (Faber), der Fettgehalt ist im Frühling und Sommer am kleinsten, steigt dann von Juli bis October und fällt im December und Januar. Der fettfreie Trockenrückstand bleibt unverändert. Doch sind es nicht allein atmosphärische Einflüsse, welche hierbei mitspielen, sondern auch die mehr oder minder vorgeschrittene Lactationszeit.

Ebenso wie die Qualität der Milch durch die Race mitbestimmt wird, beeinflusst letztere auch die Quantität der Milcherzeugung. Es liefert im Jahre:

Die	Ansbacher	Race	1284 *l*
„	Siementhaler	„	1590 *l*
„	sächsische	„	2093 *l*
„	Schweizer	„	2665 *l*
„	Allgäuer	„	2710 *l*
„	Holländer	„	2906 *l*

Die Qualität der Milch hält freilich mit der Quantität durchaus nicht gleichen Schritt. Die eben gegebenen Werte sind Durchschnittswerte; in den einzelnen Jahren kann die Milchmenge sehr verschieden sein. Der maximalste Milchertrag kann über 5000 Liter erreichen. Die Milchmenge steigt z. B. bei derselben Race von 1530 *l* nach dem Kalben bis 2380 *l* nach dem vierzehnten Kalben. Im allgemeinen findet man die größten Milcherträgnisse bei Kühen mittleren Alters, nach dem fünften bis siebenten Kalben.

Die tägliche Quantität schwankt zwischen 6—40 Liter; die Melkbarkeit zwischen 150—360 Tagen.

Die Einzelwerte für die Zusammensetzung sind aber bei den verschiedenen Milchsorten großen Schwankungen unterworfen, so dass die Mittelwerte noch nicht genügend Anhaltspunkte zur richtigen Beurtheilung einer Milch bieten.

Im allgemeinen ist der Gehalt an Eiweiß und Milchzucker weniger Schwankungen unterworfen (7·8—10·2%), als der Gehalt an Fett (2·5—4·7%).

Da die Kuhmilch eine so außerordentlich ausgedehnte Verwendung als Nahrungsmittel findet und ihr gegenüber die übrigen Milchsorten sehr zurücktreten, so wollen wir im Folgenden bei Erörterung der äußeren Verhältnisse, welche auf die Milchbeschaffenheit einwirken, nur auf die Kuhmilch Rücksicht nehmen, mit dem Hinweise analoger Verhältnisse bei anderen Thieren.

Von Bedeutung für die Zusammensetzung der Milch ist die Art des Melkens; die einzelnen Portionen, welche abgemolken werden, wechseln in der Zusammensetzung, insoferne die ersten fettärmer sind als die letzten. Ferner haben übereinstimmende Beobachtungen ergeben, dass der Fettgehalt der Abendmilch bedeutend größer ist wie jener der Morgenmilch (Eiweiß- und Zuckergehalt ändern sich aber kaum).

Die Milch der einen Kuh gleicht nach Mischung und Menge der Bestandtheile nie ganz jener einer anderen. Sie unterliegt selbst als Einzelsecret sehr bedeutenden Modificationen.

Bis zur Mitte der Trächtigkeit ändert sich die Milch weder bezüglich ihrer Quantität noch Qualität. Gegen das Ende der Trächtigkeit tritt in der Milch das Caseïn zurück und das Eiweiß erscheint vermehrt.

Zur Zeit des Werfens enthält die Milch fast kein Caseïn, aber viel Eiweiß. Das Secret von letzterer Beschaffenheit, Colostrum genannt, erzeugt beim Menschen nach dem Genusse flüssige Stuhlentleerungen, gerinnt beim Kochen und wird als ungenießbar betrachtet. Erst einige Wochen nach dem Kalben wird die Milch wieder gut und von normaler Beschaffenheit.

Die zahlreichen Untersuchungen über den Einfluss, den die Variation der Nahrungsstoffe auf die Zusammensetzung der Milch ausübt, stehen unter sich noch vielfach im Widerspruch. Einzelne dieser Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass die Art der Fütterung ohne allen Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch sei, insofern das Verhältnis von Fett, Caseïn, Albumin und Zucker in der producierten Milch ein vom verabreichten Futter unabhängiges sei, während andere Erfahrungen darauf hindeuten, dass stickstoffreiches Futter viel und butterreiche Milch gibt und Stallfütterung ebenso wirkt, wogegen das Weiden im Freien auf armer Wiese käsereiche Milch liefern soll. Darin aber stimmen alle bisherigen Beobachtungen überein, dass ein reichlicheres Futter die Milchproduction vermehre. Durch Fütterung mit wässrigem Futter (Rübenschnitzel, Schlempe u. s. w.) wird die Milch wässrig. Melassenschlempe, Schlempe der Stärkefabrication, rohe Kartoffeln und Kartoffelkraut, Obst, Rübenkraut, saure Molke sollten als Futter für Milchkühe ebensowenig wie verschimmeltes und faulendes Futter Verwendung finden.

Es liegt die Erfahrung vor, dass einzelne aromatische Substanzen: ätherische Öle, Bitterstoffe und mancherlei Farbstoffe, in die Milch übergehen und deren Farbe oder Geschmack beeinflussen. Die Milch der Alpenkühe hat einen eigenthümlichen Wohlgeruch, der auch auf die Butter übergeht. Ferner ist bekannt, dass aus dem Futter der milchgebenden Thiere giftige Substanzen in die Milch gelangen. Bei der Ingestion von Futterkräutern, welche für den Menschen giftig sind, erkranken nicht immer die Milchthiere; namentlich sollen Ziegen giftigen Futterkräutern kräftig widerstehen. Wiederholt hat Milch, die sich nachträglich bei der chemischen Analyse als colchicin- oder euphorbiumhaltig erwies, Menschen beschädigt, während an der Ziege, die solche Milch gab, kein Krankheitssymptom wahrnehmbar war.

Angeblich soll die Milch beim Transporte sich verändern und aufrahmen; dies ist jedoch nur selten und in höchst geringem Grade der Fall.

Gewisse metallische Gifte (Quecksilber, Blei, Arsen, Antimon) gehen nachweislich in die Milch über. Obgleich die Quantität, in der diese Stoffe (die meist als Arzneimittel dem Thiere verabreicht werden) in der Milch nachgewiesen wurden, eine sehr geringe ist, so kann doch der Genuss solcher Milch für Säuglinge und Kinder gefährlich werden. Im Sommer werden zuweilen (um Fliegen abzuhalten) die Kühe mit Tabakabsud gewaschen. Dadurch kann Milch nicotinhaltig werden.

Milchconservierung und Conserven des Handels.

Es ist eine alte Erfahrung, dass Aufkochen der Milch ihre Haltbarkeit sehr erhöht. Die Säuerung wird durch Tödtung der Mikroorganismen verhindert; will man aber ganz sicher gehen, so muss die Erhitzung längere Zeit währen und dann die Milch sorgfältig vor weiterer Einwir-

kung des Staubes und Unreinlichkeiten bewahrt bleiben. Soxhlet hat einen einfachen Apparat zusammengestellt, der namentlich bei der Sterilisierung der Milch für Kinder gute Dienste thut.

Auch durch die Kälte kann die Milch lange Zeit intact erhalten werden; beim Gefrieren scheidet sich aus der Milch Flüssigkeit ab, welche reicher an Eiweiß und Milchzucker ist als das Milcheis. Das Fett vertheilt sich je nach den Bedingungen, unter welchen die Milch gefriert, ganz ungleich.

An brauchbaren, lange Zeit haltbaren Milchconserven besitzen wir — dem Principe nach — nur eine einzige, die condensierte Milch. Das Präparat wird durch Eindicken der Milch im Vacuum hergestellt. Es gelingt aber die Eindickung, ohne die Wiederlöslichkeit der Milch zu schädigen, nur, wenn Zusätze gemacht werden. So hat man, wie dem Verfasser bekannt, den Zusatz von 5 bis 10 Procent Glycerin versucht, was sanitär unzulässig erscheint. Fast allgemein aber setzt man große Mengen von Rohrzucker zu. Die condensierte Milch stellt eine pomadenartige gelbliche Masse dar, welche leicht in Wasser sich vertheilt. Es enthält:

	Wasser	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	Milchzucker	Rohrzucker	Asche
Italian condensed milk	33·8	66·1	13·0	17·5	24·7	36.4	3·7
Chamer-Milch	23·5	76·5	11·3	9·7	11·9	41·4	2·1
Gerbers-Milch . . .	26·0	74·0	10·4	10·4	11·2	39·7	1·9

Die condensierte Milch wird mit 3 bis 4 Theilen Wasser aufgelöst; die Versuche, Milch durch anderweitige Zusätze von Salicylsäure u. s. w. zu conservieren, können vom hygienischen Standpunkte aus nicht für zulässig erklärt werden, da sie nur dazu dienen, Milchfehler zu verdecken.

Die Ausnutzung der Kuhmilch.

Da die Milch ein so sehr verbreitetes Nahrungsmittel ist, hat es großes Interesse, ihre Ausnutzbarkeit kennen zu lernen; die letztere ist, wie man gefunden hat, bei dem Kinde und dem Erwachsenen verschieden. Aus einer großen Zahl an verschiedenen erwachsenen Personen angestellten Versuchen des Verfassers seien folgende hier mitgetheilt:

	In Grammen.				
Milch aufgenommen im Tag .	1025	2050	2438	3035	4100
Verlust an Trockensubstanz	8·6	8·4	7·8	10·2	9 4
„ „ Eiweiß	—	7·0	6·5	7·7	12·0
„ „ Fett	—	7.1	3·3	5·6	4·6
„ „ Milchzucker . . .	—	0	0	0	0
„ „ Asche	—	46·8	48 8	48·2	44·5

Der Verlust an Trockensubstanz macht also bei mittleren Mengen von Milch eine nicht unbedeutende Größe aus; er steigt bei dem Genusse von 3 bis 4 *l* Milch noch weiters in merklichem Grade an. Das Caseïn und Albumin sind weniger gut resorbierbar als die Eiweißstoffe des Fleisches. Durchweg gut wird das Milchfett und vollkommen der Milchzucker resorbiert. Da die Milch reichlich Erdphosphate enthält und

letztere im Harne, auch wenn sie resorbiert waren, nicht austreten, sondern durch den Koth, hat der hohe Ascheverlust nichts Auffälliges. Durch Versuche anderer Autoren (Uffelmann, Prausnitz u. A.) sind diese Thatsachen noch weiter bestätigt worden.

Bei Kindern haben Versuche von Forster und später jene von Uffelmann und Camerer dargethan, dass diese die Milch besser resorbieren als die Erwachsenen, indem sowohl die Gesammtausnutzung, als die Ausnutzung der Asche und organischen Substanz eine erhöhte ist.

Milchfehler.

a) *Reinlichkeitsfehler.*

Die Milch kommt durchaus nicht immer in einer vollkommen tadellosen und für die Gesundheit unschädlichen Beschaffenheit in den Handel. Durch unzweckmäßige Behandlung derselben, durch Unreinlichkeit, durch Krankheiten der Kühe, durch Aufnahme bestimmter Futtermittel erleidet sie die mannigfachsten, vom hygienischen Standpunkte aus bedenklichsten Veränderungen.

Sie ist fast immer außerordentlich reich an Bacterien. Man kann von gut behandelter Milch verlangen, dass sie nicht mehr als 100·000 Keime in 1 c^3 enthalte (Flügge.)

Manchmal machen sich die Milchfehler schon beim Melken, manchmal erst im Gebrauche geltend. Man unterscheidet zweckmäßigerweise zwischen Reinlichkeitsfehlern und den eigentlichen, durch krankhafte Zustände des Milchviehes bedingten Milchfehlern.

Die Milch hat eine außerordentlich deutlich ausgesprochene Tendenz, Riechstoffe zu binden. Durch Aufbewahrung in unreinen, wenig ventilierten Localitäten verliert die Milch ihren Wohlgeschmack; es ist daher auf diesen Umstand gebürend Rücksicht zu nehmen.

Fehler bestimmter Art sind folgende:

Die wässerige Milch (ohne Fälschung) bläulich (1027 bis 1029 specifisches Gewicht) mit wenig Rahm, kommt nur bei Thieren, deren Verdauungsorgane schlecht oder deren Haltung und Fütterung unzweckmäßig ist, vor (Fleischmann). Vorübergehend bei guten Kühen bei eintretender Brünstigkeit.

Die salzige Milch soll nur bei Euterentzündungen beobachtet werden, und der Salzgeschmack wird außer durch einen hohen Aschegehalt durch noch nicht näher gekannte organische Verbindungen, sowie durch geringen Milchzuckergehalt (2·54 Procent) (v. Klenze) bedingt.

Durch kleine Concremente von kohlensaurem Kalk, die sich in den Milchgängen ansammeln, entsteht die sandige Milch.

Bisweilen findet man Milch im Handel, von welcher jeder Tropfen zwischen den Fingern zu einem Faden ausgezogen werden kann, man nennt sie schleimige Milch, für deren Entstehung man theils Fütterung mit verdorbenen Nahrungsmitteln verantwortlich macht (denn sie verschwindet bei besserem Futter), theils die Einwanderung von Spaltpilzen. Im letzteren Falle wird der Milchfehler leicht weiter verbreitet. Als Ursache der fadenziehenden Milch sieht Schmidt-Mühlheim einen Mikrococcus (viscosus) an; der erzeugte Schleim steht dem Pflanzenschleim nahe und bildet sich aus dem Milchzucker der Milch.

Die bittere Milch scheint gleichfalls durch die Einwanderung niederer Organismen hervorgerufen zu werden. Saure Milch, welche bald nach dem Melken gerinnt, muss auf Unreinlichkeit in der Behandlung der Kuh zurückgeführt werden. Wird Milch

noch warm in die Transportgefäße verschlossen, so nimmt sie einen schimmeligen, unangenehmen Geschmack an (erstickte Milch). Die Ursache hiervon ist noch wenig aufgeklärt.

Die blaue Milch wird durch Einwanderung eines Spaltpilzes Bacillus cyanogenus, hervorgerufen Man beobachtet sie häufig im östlichen Norddeutschland. Die Bacillen der blauen Milch sind von Hüppe zuerst gezüchtet worden. Sie sind kleine Stäbchen, welche Sporen bilden; wachsen auf Gelatine unter Erzeugung von Farbstoff, auf Kartoffelscheiben als gelblichweiße Auflagerungen, in deren Umgebung die Kartoffel tief graublau gefärbt ist. In Milch bewirken die Bacillen keine Gerinnung und Säuerung, sondern allmählich schwach alkalische Reaction, ferner tritt anfänglich in der Rahmschicht, dann von dieser abwärts steigend eine schiefergraue Farbe auf, die durch Säure intensive Bläue annimmt. Entwickeln sich also z. B. gleichzeitig Milchsäurebacillen, so ist von Anfang die Farbe der Milch schön himmelblau Der Farbstoff ist mit Triphenylrosanilin (= $C_{20}H_{16}(C_6H_5)_3N_3$) nahe übereinstimmend. Die Milch ist nicht schädlich (C. B. Lehmann).

In gleicher Weise kommt auch eine gelbe und rothe Milch zur Beobachtung. Im letzteren Falle hat man wohl zu trennen zwischen vom Blute roth gefärbter Milch und der Einwanderung des Microc. prodigiosus, welcher die Rothfärbung erzeugt. Erstere deutet auf Euterkrankheiten hin. Die gelbe Milch soll durch Einwanderung des Bacillus synxanthus (Schröter) hervorgerufen werden. Säuren entfärben, Alkalien regenerieren die Farbe.

Bisweilen soll auch faulende Milch zur Beobachtung kommen.

Eine fehlerhafte Milch ist jene, welche rasch säuert. Reine Milch soll bei 40° im Wasserbad gehalten nach 9 Stunden noch unverändert sein, Gerinnung nach 12 Stunden weist immer auf nicht ganz zweckmäßige Behandlung der Milch hin (Schatzmann). Die Ursache davon liegt in der Entwickelung des Bacillus lacticus, vielleicht aber auch anderer Keime, wobei der Milchzucker zu Milchsäure wird. Je unreinlicher die Gewinnung der Milch gehandhabt wird, um so stärker wird dieselbe mit den Keimen inficiert werden. Namentlich unreine Euter oder unreine Gefäße inficieren zumeist die Milch. Außerdem verringern niedrige Temperaturen, weil dabei die Keime in ihrer Entwickelung gehemmt werden, die Säuerung. Die Milch soll daher gleich nach dem Melken (auf etwa 7°) durch Eis oder Wasser abgekühlt und in einem kühlen, reinlichen Raum, vor Staub behütet, verwahrt werden. Durch Aufkochen kann die Säuerung noch weiter hinausgeschoben oder ganz verhütet werden.

Die Colostralmilch wird in nicht zu seltenen Fällen in den Handel gebracht; das Colostrum findet sich meist in mehr oder weniger langen, ziehbaren Strängen in der Milch (Nowack).

Zur Verhütung der Reinlichkeitsfehler der Milch sind, wie hervorgehoben, Reinlichkeit im Stalle, des Leibes der Kühe, sowie der Hände des Melkenden nothwendig, aber außerdem Rücksichtnahme für den Aufbewahrungsort der Milch geboten.

Für die Aufbewahrung der Milch müssen reine Gefäße und ein reinlicher, kühl und geruchlos gehaltener Aufbewahrungsraum gewählt werden. Gründliche Reinigung der Milchgefäße darf nie unterlassen werden.

Holzgefäße eignen sich wegen der schwierigen Reinigung nicht für die Aufbewahrung der Milch; Kupfer- und Zinkgefäße geben leicht Metall ab. Eiserne Gefäße oder Thongeschirre mit Bleiglasur sind nicht unbedenklich. Zweckmäßiger werden als Milchbehälter Geschirre aus Porzellan, Steingut, gut verzinntem Eisenblech verwendet.

Zum Verkauf darf keine mit Milchfehlern behaftete Milch angeboten werden; bei Reinlichkeit im Stalle können alle die genannten Fehler vermieden oder, wo sie sich einstellen, rasch beseitigt werden.

b) Milch kranker Thiere.

Die Milch kranker Thiere soll vom Verkehre ausgeschlossen bleiben, auch wenn sie keine sichtbaren Veränderungen aufweist. Zu solchen schweren Erkrankungsformen sind der Milzbrand, Rauschbrand, Lungenseuche, putride Infection, Septichämie, Pyämie, Perlsucht, Tollwuth, Maul- und Klauenseuche, Ruhr, Krankheiten des Euters zu rechnen. In den meisten Fällen wird freilich der Verbrauch der Milch schon deswegen unmöglich, weil die Milchproduction zu versiegen pflegt oder weil die Milch abnorme Eigenschaften annimmt, welche sie genussunfähig machen.

Anders liegt die Sache vielfach bei jenen Erkrankungsformen, welche einen mehr chronischen Verlauf zeigen; hier kann es recht wohl vorkommen, dass die Milch, ohne in ihren äußeren Eigenschaften etwas Krankhaftes zu verrathen, längere Zeit hindurch abgesondert und den Genusszwecken übergeben wird.

Nur von einigen Krankheitsformen ist uns zur Zeit bekannt, dass bei denselben schädliche Milch erzeugt wird.

Man gibt an, dass die Milch von Thieren, welche an Maul- und Klauenseuche leiden, in ungekochtem Zustande genossen Stomatitis aphthosa hervorrufen könne. Die Milch milzbrandiger Thiere kann mit Sicherheit den Milzbrand übertragen (Bollinger, Feser); man hat die Milzbrandbacillen in der Milch direct nachweisen können (Chambreland et Moussons).

Die Milch lungenseuchiger Kühe riecht unangenehm und schmeckt schlecht; sie wird wohl um dessentwillen nur selten genossen werden, auch wenn der directe Beweis ihrer Schädlichkeit zur Zeit noch nicht erbracht ist.

Von hochgradigster Bedeutung für die Hygiene ist die Milch perlsüchtiger Kühe, seitdem Gerlach durch Verfütterung der rohen Milch von tuberculösen Kühen die gleiche Krankheit bei anderen Thieren hervorgerufen hat, namentlich aber seitdem R. Koch durch classische Untersuchungen die Identität der Rindertuberculose mit jener des Menschen klargelegt hat. May hat gezeigt, dass die Milch tuberculöser Thiere infectionsfähig ist, wenn die Thiere an allgemeiner Tuberculose leiden, ohne dass Localerkrankungen im Euter vorhanden zu sein brauchen. Manchmal findet sich auch bei tuberculösem Euter chemisch ganz normale Milch mit reichlichsten Tuberkelbacillen (Bang). Erst im weiteren Verlauf der Tuberculose nimmt die Milch eine gelbe Farbe an, Fett und Milchzucker werden vermindert, Eiweiß dagegen vermehrt. Kochen der Milch hebt die Infectionsfähigkeit der Milch auf. Die rohe Milch bietet also eine hochgradige Gefahr für die Infection mit Tuberculose; dass eine solche Infection nicht selten zur Todesursache wird, lehren leider viele bis jetzt bekannt gewordene Thatsachen.

Leonhardt berichtet, dass mehrere an der Brust gedeihende gesunde Kinder eines Försters in Thurgau an acuter Tuberculose starben. sobald sie entwöhnt worden waren und mit der Milch einer Kuh ernährt wurden, die sich beim Schlachten als perlsüchtig erwies. Klebs gibt an, dass in der Schweiz kräftige Männer kurze Zeit nach dem Genusse der Milch persüchtiger Kühe an Miliartuberculose zugrunde giengen. Man hat Beispiele, dass bei mit Milch perlsüchtiger Kühe genährten Kindern intestinale Tuberculose eintritt. Stang berichtet über einen fünfjährigen Knaben aus vollkommen gesunder Familie, der nach Genuss von Milch einer tuberculösen Kuh an primärer Unterleibstuberculose starb. Einen ähnlichen Fall, bei welchem die Tuberkelbacillen in der Mesenterialdrüse des gestorbenen Kindes wie in den Perlknoten der Kuh nachgewiesen wurden, berichtet neuerdinds auch Demme.

Die Tuberculose ist bei den Kühen außerordentliche häufig; nach Zürn sind in der Umgebung von Jena und Eisenberg ein Fünftel bis ein Siebentel aller Rinder mit Perlsucht behaftet; von den im pathologischen Institut zu Jena zur Section kommenden Todten sind 20 Procent, also ein Fünftel tuberculös.

Das Wuthgift kann nach neueren Beobachtungen bei den kranken Thieren in der Milch zur Ausscheidung gelangen (Pasteur. Nocard); wie auch bei dem Weibe (Burdach); ob jedoch auf diesem Wege Übertragungen wirklich vorgekommen sind, ist nicht bekannt. Die Milch wuthverdächtiger Thiere wird man als für den Gebrauch ungeeignet bezeichnen müssen.

Die Milch als Infectionsträger.

Es ist naheliegend, die Milch als ein Nahrungsmittel anzusehen, welches bei der Verbreitung von Infectionskrankheiten eine wichtige Rolle spielt. Die Milch kommt durch das Wasser, mit welchem zum mindesten die Geschirre geputzt werden — von dem Zusatz vorläufig ganz abgesehen — sowie ferner durch den Staub der Luft einerseits mit allen möglichen Keimen in Berührung, andererseits aber bietet sie für die Vermehrung der Keime einen ganz vorzüglichen Nährboden. Löffler hat in der Milch pyogene Kokken, jene des Erysipels, die Pneumoniekokken, Typhus- und Cholerabacillen sich üppig entwickeln sehen und auch von anderen Autoren liegen hierüber gleichlautetende Berichte vor (Heim). Hier liegt die Sache wesentlich günstiger als bei dem Trinkwasser, zumal abgesehen von dem reichen Gehalt an Nährmaterial, die Milch in den meisten Haushaltungen bei einer für das Wachsthum der Spaltpilze günstigen Temperatur gehalten wird.

Für die Anschauung, dass die Milch als Krankheitsursache gewirkt habe, werden in neuerer Zeit vielfach Beobachtungen angeführt, die aber zum großen Theil kaum als sichere Beweise dienen können. Man hat Scharlachepidemien, Diphtherieerkrankungen, Typhus- und Cholerafälle auf Infectionen mit Milch zurückgeführt. Jedenfalls aber verdient die Milch als Ursache der Infection mehr Aufmerksamkeit, als ihr früher geschenkt wurde.

Ähnlich wie im Fleische können sich auch in der Milch durch Zersetzung unter dem Einflusse niederer Organismen den Ptomainen ähnliche Stoffe bilden, welche giftig wirken. Einen derartigen Körper hat Vaughan dargestellt und Tyrotoxin genannt. Auch Firth berichtet über ein ähnliches Ptomain. Die Milchvergiftungen nehmen bisweilen eine sehr große Ausdehnung an 1886 erkrankten in New-Jersey in Kurzem sechzig Personen, namentlich Kinder nach dem Genusse sich zersetzender Milch (Wallace, Newton).

Milchcontrole.

Die Milchfälschung hat heutzutage große Dimensionen angenommen, da namentlich in den Städten die Milch fast ausschließlich durch die Hände von Zwischenhändlern an das consumierende Publicum geht. Dieser Umstand, sowie die Schwierigkeit, eine Verfälschung der Milch durch Wasserzusatz in jedem Falle sicher erkennen zu können, ist der Grund, dass es in großen Städten geradezu nicht leicht ist, eine reine Milch zu erhalten.

Man würde sich aber einer Täuschung aussetzen, wenn man annehmen wollte, dass sich die Milchfälschung lediglich auf die großen Städte beschränkt; wie in diesen, so gehört sie auch in mittleren und kleinen Städten, ja selbst auf dem Lande zu den täglichen Erscheinungen.

Man ist deshalb allgemein von der Wichtigkeit der Controle des Milchmarktes überzeugt, doch gehen die Ansichten darüber auseinander, bis zu welcher Grenze diese Controle ausgeführt werden soll, damit ihr Zweck möglichst erreicht wird. Der ausgedehnten Milchverfälschung wird nicht gesteuert durch vereinzelte Untersuchungen, selbst wenn dieselben es ermöglichten, auch die kleinste mit der Milch vorgenommene Veränderung zu constatieren. Für den gewissenlosen Verkäufer ist die Versuchung, sich durch die leicht vorzunehmende Fälschung auf Kosten seiner Kunden eine reichliche Einnahme zu sichern, gewiss größer als die Furcht, dass bei vorkommenden Revisionen sein Betrug entdeckt werden könnte. Es kann demnach nur dadurch den Zwecken der Milchcontrole, verfälschte Milch zu erkennen und vom Markte auszuschließen, gedient werden, dass die Milchuntersuchungen sich auf möglichst viele Proben erstrecken und täglich vorgenommen werden. Das lässt sich aber nur durchführen, wenn die Prüfung schnell ausführbar ist, eine vorgenommene Verfälschung mit Sicherheit erkennen lässt und ohne complicierte Apparate durch die Organe der Marktpolizei vorgenommen werden kann.

Die Milchcontrole durch dieselben hat sich nicht darauf zu erstrecken, dass diese Organe etwa ein endgiltiges Urtheil über die Güte der Milch abgeben. Sie sollen vielmehr nur die verdächtige Milch an die Untersuchungsstationen abgeben, in welchen Fachleute die genaue Analyse vornehmen.

Doch stehen ohneweiters selbst dem Fachmanne mancherlei Schwierigkeiten entgegen, weil gewisse Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch ja auch auf natürlichem Wege vorkommen.

Stellen wir uns vor, wir hätten eine Milch mit 85·8 Procent Wasser und 14·2 Procent Trockensubstanz, bestehend aus 4·0 Procent Fett, 3·8 Procent Käsestoff, 0·6 Procent Eiweiß, 5 Procent Milchzucker und 0·8 Procent Asche und es würden dieser Milch 20 Procent Wasser zugesetzt, so würde die Mischung 11·83 Procent Trockensubstanz und 33·2 Procent Fett, 3·17 Procent Käsestoff, 0·50 Procent Eiweiß, 4·17 Procent Milchzucker und 0·66 Procent Aschenbestandtheile enthalten. Wie man sieht, fallen diese Zahlen alle noch über die Minimalgrenzen, welche für die einzelnen Bestandtheile normaler Milch angegeben sind, und es könnte somit, auf Grund der chemischen Analyse allein, eine derartige Mischung nicht als verfälschte Milch erklärt werden (Vieht).

Wenn alle früher erörterten, vom gesundheitlichen Standpunkt belangreichen Gesichtspunkte in Bezug auf die Milch beachtet werden sollen, so müsste sich die Controle aber auch noch auf die Milchtransgefäße, die Milchverkaufsräume, ja auf die Meierei und den Kuhstall selbst ausdehnen. Nur auf diese Weise erscheint es möglich, solche Milch vom Consum auszuschließen, welche durch Krankheit der Kühe, schlechte Fütterung derselben oder durch Unreinlichkeit im Stalle oder im Milchkeller fehlerhaft und dadurch ungesund geworden ist. Namentlich kommt hierbei die schädlich wirkende Milch von Kühen in Betracht, die an Perlsucht, an Maul- und Klauenseuche leiden. In der Marktmilch ist ein Zusatz von derart kranker Milch ja nicht nachzuweisen.

So wünschenswert eine so weit ausgedehnte polizeiliche Beaufsichtigung auch sein mag, so wird sie doch nur unter den seltensten Verhältnissen und stets nur bis zu einem gewissen Masse durchführbar sein.

Die Milchcontrole könnte sich aber dadurch wirksamer und ersprießlicher gestalten, wenn gewisse gesetzliche Anordnungen auch in Bezug auf Milchwirtschaften, Kuhställe und Milchläden erlassen und betreffs ihrer Ausführung überwacht würden.

Solche Anordnungen hätten etwa zu verlangen, dass die Ortsbehörden ein genaues Register über alle Personen anlegen und führen, die sich mit dem Halten von Kühen abgegeben oder Meiereien, Milchverkaufsläden u. s. w. besitzen. Alle derartigen Geschäfte sollten nur gegen behördliche Bewilligung betrieben und die Bewilligung selbst sollte nur in jenen Fällen ertheilt werden, in welchen die Betriebsräumlichkeiten in Bezug auf Beleuchtung, Ventilation, Reinhaltung, Entwässerung und Wasserversorgung so eingerichtet sind, wie es für die Gesundheit und gute Beschaffenheit des Viehstandes, für die Reinhaltung der beim Milchverkauf nothwendigen Gefäße und behufs Vorsicht gegen Infection und Verderbnis der Milch verlangt werden muss.

Betreffs der Meiereien wäre noch insbesondere zu verlangen, dass, sobald in einem Kuhstall eine Krankheit ausbricht, die Milch der erkrankten Kühe nicht mit der Milch gesunder Kühe vermischt, aber auch als Nahrung für Menschen weder verkauft noch benutzt werde.

Durch obrigkeitliche Vorschriften und Beaufsichtigung die ganze Milchwirtschaft regeln zu wollen, würde aber Eingriffe nöthig machen, die der persönlichen und gewerblichen Freiheit widersprechen und eine bedenkliche Steigerung der Polizeigewalt herbeiziehen würden.

Um eine sichere Garantie des Bezuges gesunder Milch zu haben, wurden durch einzelne Vereine öffentliche Milchanstalten (Meiereien) errichtet, in denen unter sorgfältiger thierärztlicher und ärztlicher Controle die Milch von Kühen gewonnen wird, die vollkommen gesund und mit einem geeigneten Futter genährt werden, in denen also dem Publicum eine zweifellos gute und unverfälschte Milch von constanter Zusammensetzung geboten wird. Es liegt im Interesse der allgemeinen Gesundheit,

dass die Errichtung derartiger Anstalten von Seite der öffentlichen Verwaltung möglichst gefördert werde.

Chemische Untersuchung der Milch.

Zur Bestimmung des Wassers wird nach Haidlen eine gewogene Menge Milch mit einer gewogenen Menge von durch Wasser gereinigten Sand oder gebrannten und vollkommen trockenen Gypses eingedampft. Man trocknet den Rückstand im Luftbade bei 100° C. und erfährt so nach Abzug des Gypses oder Sandes den Gehalt der Milch an festen Stoffen und an Wasser. Zur Untersuchung auf die übrigen Bestandtheile der Milch stehen mancherlei Methoden zur Verfügung.

Zur Bestimmung des Caseïns werden nach Hoppe-Seyler 20 cm^3 Milch mit Wasser bis zum Gesammtvolum von 400 cm^3 verdünnt und langsam tropfenweise sehr verdünnte Essigsäure hinzugefügt, bis sich eine flockige Fällung zu zeigen beginnt und hierauf eine halbe Stunde lang Kohlensäure eingeleitet. Nach zwölfstündigem Stehen wird der Niederschlag (Caseïn und Fett) auf einem bei 110° C. getrockneten und gewogenen Filter gesammelt, ausgewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen. Das Gewicht des Filterinhalts, mit 5 multipliciert, gibt den Procentgehalt an Fett + Caseïn + unlöslichen Salzen. Das Filtrat dieses Niederschlages erhitzt man zur Abscheidung des Albumins zum Kochen; dasselbe wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, bei 110° getrocknet und gewogen. Das Filtrat vom Eiweiß bringt man auf ein bestimmtes Volumen. Man lässt, nachdem man 10 cm^3 einer 20procentigen Lösung von neutralem weinsauren Kali und Natronlauge zu 10 cm^3 einer Lösung von schwefelsaurem Kupfer, welche im Liter 34·65 g Kupfersulfat enthält, gemischt hat, von dem Filtrat zufließen, bis die lasurblaue Farbe verschwunden ist. Bei weiterem Zusatze des Filtrats muss durch Zerlegung des Zuckers die Flüssigkeit sich bräunen. 10 cm^3 Kupfersulfatlösung werden dann in ähnlicher Weise mit einer Milchzuckerlösung von bekannter Stärke titriert und man erfährt, wie viel Milligramm Zucker 10 cm^3 der Kupfersulfatlösung entsprechen. 10 cm^3 obiger Lösung zersetzen 0·0676 Milchzucker. Die Bestimmung des Milchzuckers durch Circumpolarisation geschieht am besten durch Erhitzen von 40 cm^3 Milch mittelst 20 cm^3 Bleiacetatlösung und Prüfung des Filtrates im Polarisationsapparat.

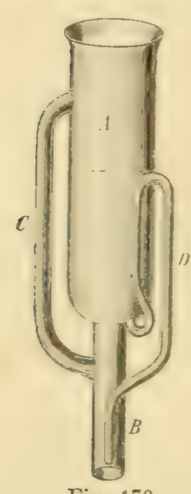


Fig. 170.

Die Bestimmung des Fettes wird in einem Kölbchen mit eingeriebenem Glasstöpsel vorgenommen, indem man 20 cm^3 Milch mit dem gleichen Volumen verdünnter Kalilauge von 1·3 specifischem Gewicht, dann mit Äther versetzt, gehörig umgeschüttelt stehen lässt und den klaren Äther abhebt. Man bringt neue Mengen Äther hinzu und setzt das Extrahieren so lange fort, bis sich kein Fett mehr löst. Der nach Verdampfung des Äthers verbleibende Rückstand, der noch kurze Zeit im Trockenschrank bei 100° gehalten wird, gibt die Menge des Fettes.

In neuerer Zeit wendet man bequemere Methoden an. Am besten werden 10 g Milch in einem Hofmeister'schen Schälchen aus dünnem Glase mit 20 g Gyps innig gemengt, und auf dem Wasserbade zur Trockene gebracht. Dann bringt man das Schälchen in eine Reibschale und zerreibt Gläschen und Gyps gleichmäßig und bringt das Pulver in eine Hülse von Filtrierpapier, die mit Hilfe eines Holzcylinders durch Umwickeln desselben mit Filtrierpapier leicht herzustellen ist.

Zur Extraction des Fettes in dem mit Gyps eingedampften Rückstande bedient man sich jetzt fast stets des von Soxhlet angegebenen Apparats, vermittelst dessen die Extraction in verhältnismäßig kurzer Zeit und ohne großen Ätherverbrauch bewerkstelligt werden kann (Fig. 170). Das unten geschlossene Rohr A ist 35 mm weit und 150 mm hoch, am Boden desselben ist das 15 mm weite und 105 mm lange Rohr B angeschmolzen. Das Heberohr D ist 2 bis 3 mm weit, steht mit dem unteren Theile von A in Verbindung und mündet in das Rohr B ein, welches letztere mit dem Ätherkölbchen verbunden wird, während der obere Theil von A mit einem Kühler in Verbindung steht. Das Rohr C führt die Ätherdämpfe durch A nach dem Kühler, von wo sie condensiert nach A zurückfließen.

[?] Die obengenannte Hülse wird in *A* auf einen Metall- oder Glasring gestellt und nur so hoch gemacht, dass der obere Rand derselben unter dem höchsten Punkte des Heberrohrs liegt, weil anderenfalles derselbe Fett zurückhält. Damit der Äther nichts von der zu extrahierenden Substanz herausschlämmen kann, wird dieselbe oben mit entfetteter Baumwolle lose bedeckt. Der Äther wird dann verjagt und der Rückstand als Fett gewogen.

Fälschung der Milch.

Die Fälschung der Milch geschieht erfahrungsgemäß fast ausschließlich in folgender Weise:

1. Durch Entrahmen wird der Milch ein mehr oder weniger großer Theil ihrer Nährbestandtheile (Fett) entnommen. Die so behandelte Milch (Magermilch) wird mit unentrahmter (ganzer) Milch vermischt und das Gemenge als „frische ganze Milch“ auf den Markt gebracht.

2. Die reine Milch wird vor ihrem Verkauf mit Wasser verdünnt.

3. Abgerahmte Magermilch wird schlechthin als „frische Milch“ in den Handel gebracht.

4. Milch wird erst dem Abrahmungsprocess unterworfen und nachträglich noch mit Wasser verdünnt. Diese Verdünnung wird vorgenommen, um das durch die Entrahmung erhöhte specifische Gewicht wieder auf das normale Maß zurückzuführen.

Wenn salpetersäurehaltiges Brunnenwasser zur Verdünnung der Milch benutzt wurde, so lässt sich eine solche Fälschung durch Nachweis der Salpetersäure constatieren. In der Milch fehlt selbst nach Fütterung von großen Mengen von salpetersaurem Kali jedwede Spur von Salpetersäure (Schrodt). Hieraus folgt, dass eine Milch, welche Salpetersäure, wenn auch in äußerst geringer Menge enthält, mit Brunnenwasser versetzt wurde (Fuchs, Uffelmann, Soxhlet). Zur Bestimmung der Salpetersäure werden 100 *cm*³ Milch mit 1·5 *cm*³ 20procentiger Chlorcalciumlösung gekocht, wodurch Caseïn und Albumin aus der Lösung ausgeschieden werden. Der Niederschlag wird abfiltriert. Das Filtrat wird im Reagensrohr mit Diphenylamin bis zur Trübung versetzt, dann concentrierte Schwefelsäure darüber geschichtet; selbst wenn nur 0·1 *mg* Salpetersäure (oder salpetrige Säure) in 100 *cm*³ vorhanden sind, erhält man nach einigen Stunden an der Berührungsfläche beider Flüssigkeiten einen blauen Ring (Soxhlet). Ist die Verfälschung aber mit reinem Wasser vorgenommen, so ist sie auf diesem Wege nicht nachweisbar.

Andere wohl nur ganz ausnahmsweise übliche Fälschungsarten gehen darauf hinaus, der durch besagte Manipulationen entwerteten oder sauer gewordenen Milch ihr ursprüngliches Aussehen oder ihren milden Geschmack wiederzugeben. So soll beobachtet worden sein, dass der abgerahmten und gewässerten Milch, um ihre Durchsichtigkeit und Dünnflüssigkeit zu verringern, Zucker, Stärkekleister, rohe Stärke, Kreide, Gyps, Weizenmehl, Dextrin, Abkochungen von Kleie, Gerste, Reis oder auch Gummi zugeführt wurden. Als häufig vorkommend können diese letztgenannten Manipulationen indes nicht angesehen werden, da dieselben vielen Beobachtern niemals entgegengetreten sind.

Häufiger kommt es vor, dass sauer gewordene Milch mit kohlensaurem Natron oder Kreide versetzt wird, um sie zu entsäuern, oder dass man versucht, derselben durch Zusatz von schleimigen Substanzen ihre verlorene Consistenz wiederzugeben.

Auch hat sich bei den Milchverkäufern die Gewohnheit eingebürgert, Salicylsäure, Borsäure, benzoësaures Natrium, Saccharin, schwefelige

Säure in erheblichen Mengen der Milch zuzusetzen, um das Sauerwerden zu verhüten.

Conservierungsmethoden dieser Art zu gestatten, hat mancherlei Bedenken; man befördert in erster Linie wieder den Vertrieb von Milch, welche mit Fehlern behaftet war. Gesunde und reinliche Milch hält sich hinreichend lange, um sie abzusetzen. Für den Großconsum sind also die Zusätze durchaus unnöthig. Sicherlich muss man die Borsäure als ein Mittel ansehen, von dem die Verwendbarkeit auch insoferne Bedenken erregt, als die Ausnutzung der Milch darunter leiden kann.

Den Nachweis der Salicylsäure führt man nach Pellet. 100 cm^3 Milch werden mit Essigsäure und salpetersaurem Quecksilberoxyd (an 5 Tropfen) gefällt, filtriert. Das Filtrat wird mit 50 cm^3 Äther geschüttelt. Der Äther verdunstet und 1 Procent Eisenchlorid auf den Rückstand gegebene Violettfärbung zeigt Salicylsäure an.

Die Borsäure lässt sich nach einer Methode von Meissl auffinden. 100 cm^3 Milch werden verascht; die Asche in möglichst wenig concentrierter Salzsäure gelöst, filtriert und zur Trockene verdampft. Hierauf wieder mit sehr verdünnter Salzsäure befeuchtet, Curcumatinctur zugegeben und auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft. Der Rückstand färbt sich zinnober- oder kirschroth, wenn Borsäure vorhanden war.

Benzoësäure wird aus der unter Natronzusatz getrockneten Milch nach dem Ansäuern mit Alkohol ausgezogen, bei alkalischer Reaction nochmals eingedickt, nochmals angesäuert und mit Äther extrahiert, bei dessen Verdunsten die Benzoësäure krystallisiert. Zur Auffindung von Soda setzt man nach E. Schmidt zu 10 cm^3 Milch 10 cm^3 Alkohol und einige Tropfen Rosolsäure; Rosafärbung lässt auf den Zusatz von Kohlensäure oder doppeltkohlensaurem Salz schließen. Soxhlet und Scheibe bestimmen den Kohlensäuregehalt der Milchasche: wenn mehr als 2 Procent Kohlensäure gefunden wird, ist auf den Zusatz von Soda zu schließen.

Marktpolizeiliche Prüfung der Milch auf etwa stattgefundene Fälschung.

a) Bestimmung des specifischen Gewichts der Milch.

In gewissen Fällen kann die Feststellung des specifischen Gewichts der Milch wertvolle Anhaltspunkte betreffs der oben erwähnten Milchfälschungen liefern. Das specifische Gewicht des Milchzuckers ist 1·55, des Käsestoffes 1·20, beide sind sonach schwerer als Wasser; das Fett der Milch dagegen ist leichter, es hat 0·933 specifisches Gewicht. Je dünner und wässeriger die Milch ist, desto geringer wird im allgemeinen ihr specifisches Gewicht sein, doch muss die Milch, da in ihr bei normaler Beschaffenheit die das specifische Gewicht erhöhenden Bestandtheile vorwiegen, ein höheres specifisches Gewicht als Wasser = 1 haben.

Zahlreiche Versuche haben ergeben, dass das specifische Gewicht einer ganzen (nicht abgerahmten) Milch, wenn sie das Gemisch der Milch verschiedener Kühe ist, wie das bei Marktmilch in der Regel der Fall, nur innerhalb enger Grenzen, nämlich zwischen 1·029 und 1·034 variiere. Das specifische Gewicht abgerahmter Milch fällt zwischen 1·033 und 1·038.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts der Milch wird fast ausnahmslos das Lactodensimeter von Quevenne benutzt (Fig 171). Es ist ein Aräometer, dessen Scala in Grade von 14° bis 42° eingetheilt ist. Die Grade geben zugleich das specifische Gewicht an, und zwar in dem Sinne, dass z. B. 29° das specifische Gewicht 1·029, dass 35° = 1·035 u. s. f. andeutet. War während der Untersuchung der Milch ihre Temperatur

15°, so bedarf es keiner Correctur, in jedem anderen Fall ist das abgelesene specifische Gewicht mit Hilfe der S. 548 beigefügten Tabellen zu corrigieren. Die obere horizontale Reihe (8 bis 20) gibt die Wärmegrade der Milch, die erste verticale Reihe links (14 bis 35) die Lactodensimetergrade oder die Dichtigkeit an. Ist z. B. das Lactodensimeter bis zum Grade 33 eingesunken und war die Temperatur der Milch = 13° C., so ist das specifische Gewicht bei Normaltemperatur zu finden, indem man in der ersten Verticalreihe links die Zahl 33 aufsucht, von da nach rechts so lange fortschreitet, bis man zu jener Columne gelangt, deren Kopf 13 ist. Die gefundene Zahl ist für diesen Fall 32·6 = Dichtigkeit der Milch bei der Normaltemperatur von 15° C.

Eine eigenthümliche, noch nicht völlig aufgeklärte Thatsache ist die sogenannte Contraction der Milch, welche wohl Bouchardat zuerst beobachtet hat. Nach dem Melken nimmt einige Zeit hindurch das specifische Gewicht der (gut gemischten) Milch zu. Man hat diese Zunahme sogar zur Erkennung von Morgen- oder Abendmilch benutzen wollen (Halenke, Mörlinger). Die Contraction soll zwei Lactodensimetergrade und darüber betragen können.

Sobald zu der Milch ein irgend bedeutender Wasserzusatz gemacht worden ist, wird das specifische Gewicht derselben unter die normale Grenze herabsinken, und zwar bei gleichem Wasserzusatz natürlich umsomehr, je niedriger das specifische Gewicht der reinen Milch war; bei einer Milch mit hohem specifischen Gewicht kann ein geringerer Wasserzusatz freilich auch unbemerkt bleiben.

Es lässt sich das leicht rechnerisch nachweisen. Bekanntlich bezeichnet man als specifisches Gewicht eines (festen oder flüssigen) Körpers die Zahl, welche das Verhältnis des absoluten Gewichts eines bestimmten Volumens des betreffenden Körpers zu dem absoluten Gewicht eines gleichen Volumens Wasser angibt. Wiegt also $1\,l = 1000\,cm^3$ Wasser $1000\,g$, und $1\,l = 1000\,cm^3$ Milch $1029\,g$, so verhalten sich beide Gewichte wie 1 : 1·029, das specifische Gewicht der Milch ist 1·029. Setzt man 10 Procent = $100\,cm^3$ Wasser zu, so gestaltet sich das Gewichtsverhältnis wie 1100 : 1129 oder wie 1 : 1·0264, d. h. eine so verwässerte Milch würde jetzt ein specifisches Gewicht von 1·0264 zeigen. War aber das specifische Gewicht der reinen Milch 1·033 und versetzt man diese mit 10 Procent Wasser, so finden wir 1·100 : 1133 wie 1 : 1·030; die Milch würde also auch jetzt ein noch innerhalb der normalen Grenzen liegendes specifisches Gewicht zeigen, und erst bei einem Wasserzusatz von 15 Procent würde dasselbe unter 1·029 sinken, denn es verhält sich 1150 : 1183 wie 1 : 1·0287.

Der umgekehrte Fall, ein Steigen des specifischen Gewichts, tritt dagegen ein, wenn man der Milch durch Abrahmen ihren leichtesten Bestandtheil, das Fett, zum Theil entzieht.

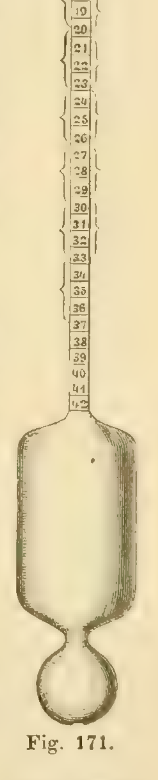


Fig. 171.

Nehmen wir an, wir hätten Milch vom specifischen Gewicht 1·031 und dieselbe enthielte im Liter $35\,g$ Butterfett, welches ein specifisches Gewicht von 0·92 besitzt und demnach wenig über $38\,cm^3$ Raum einnimmt, so können wir mit Hilfe dieser Zahlen leicht das specifische Gewicht des Milchserums berechnen. Von $1000\,cm^3$ Milch wird Gewicht von $1031\,g$ gehen ab $38\,cm^3$ Fett im Gewicht von $35\,g$; es wiegen also $962\,cm^3$ Milchserum $996\,g$, oder das specifische Gewicht desselben beträgt 1·0353. Entziehen wir der Milch 2 Procent Fett in 10 Volumprocenten Rahm, so behalten wir von $1000\,cm^3$ zurück $900\,cm^3$, enthaltend $15\,g$, Fett oder $883·7\,cm^3$ Milchserum im Gewicht von $915\,g$ und $16·3\,cm^3$ Fett im Gewicht von $15\,g$. Das specifische Gewicht der abgerahmten Milch berechnet sich also aus den Zahlen 883·7 + 16·3 : 915 + 15 = 900 : 930 zu 1·0333.

Man sieht, dass das specifische Gewicht der Milch durch die Entfernung von 2 Procent Fett allerdings um 0·0023 gestiegen ist, sich

Correctionstabelle für ganze (nicht abgerahmte) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
14	13·2	13·3	13·4	13·5	13·6	13·7	13·8	14	14·1	14·2	14·4	14·6	14·8
15	14·2	14·3	14·4	14·5	14·6	14·7	14·8	15	15·1	15·2	15·4	15·6	15·8
16	15·2	15·3	15·4	15·5	15·6	15·7	15·8	16	16·1	16·3	16·5	16·7	16·9
17	16·2	16·3	16·4	16·5	16·6	16·7	16·8	17	17·1	17·3	17·5	17·7	17·9
18	17·2	17·3	17·4	17·5	17·6	17·7	17·8	18	18·1	18·3	18·5	18·7	18·9
19	18·2	18·3	18·4	18·5	18·6	18·7	18·8	19	19·1	19·3	19·5	19·7	19·9
20	19·1	19·2	19·3	19·4	19·5	19·6	19·8	20	20·1	20·3	20·5	20·7	20·9
21	20·1	20·2	20·3	20·4	20·5	20·6	20·8	21	21·2	21·4	21·6	21·8	22
22	21·1	21·2	21·3	21·4	21·5	21·6	21·8	22	22·2	22·4	22·6	22·8	23
23	22·1	22·2	22·3	22·4	22·5	22·6	22·8	23	23·2	23·4	23·6	23·8	24
24	23·1	23·2	23·3	23·4	23·5	23·6	23·8	24	24·2	24·4	24·6	24·8	25
25	24	24·1	24·2	24·3	24·5	24·6	24·8	25	25·2	25·4	25·6	25·8	26
26	25	25·1	25·2	25·3	25·5	25·6	25·8	26	26·2	26·4	26·6	26·9	27·1
27	26	26·1	26·2	26·3	26·5	26·6	26·8	27	27·2	27·4	27·6	27·9	28·2
28	26·9	27	27·1	27·2	27·4	27·6	27·8	28	28·2	28·4	28·6	28·9	29·2
29	27·8	27·9	28·1	28·2	28·4	28·6	28·8	29	29·2	29·4	29·6	29·9	30·2
30	28·7	28·8	29	29·2	29·4	29·6	29·8	30	30·2	30·4	30·6	30·9	31·2
31	29·7	29·8	30	30·2	30·4	30·6	30·8	31	31·2	31·4	31·7	32	32·3
32	30·6	30·8	31	31·2	31·4	31·6	31·8	32	32·2	32·4	32·7	33	33·3
33	31·6	31·8	32	32·2	32·4	32·6	32·8	33	33·2	33·4	33·7	34	34·3
34	32·5	32·7	32·9	33·1	33·3	33·5	33·8	34	34·2	34·4	34·7	35	35·3
35	33·4	33·6	33·8	34	34·2	34·4	34·7	35	35·2	35·4	35·7	36	36·3

Correctionstabelle für abgerahmte (blaue) Milch.

Wärmegrade der Milch.

D	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18	17·3	17·4	17·5	17·6	17·7	17·8	17·9	18	18·1	18·2	18·4	18·6	18·8
19	18·3	18·4	18·5	18·6	18·7	18·8	18·9	19	19·1	19·2	19·4	19·6	19·8
20	19·3	19·4	19·5	19·6	19·7	19·8	19·9	20	20·1	20·2	20·4	20·6	20·8
21	20·3	20·4	20·5	20·6	20·7	20·8	20·9	21	21·1	21·2	21·4	21·6	21·8
22	21·3	21·4	21·5	21·6	21·7	21·8	21·9	22	22·1	22·2	22·4	22·6	22·8
23	22·3	22·4	22·5	22·6	22·7	22·8	22·9	23	23·1	23·2	23·4	23·6	23·8
24	23·2	23·3	23·4	23·5	23·6	23·7	23·9	24	24·1	24·2	24·4	24·6	24·8
25	24·1	24·2	24·2	24·4	24·5	24·6	24·8	25	25·1	25·2	25·4	25·6	25·8
26	25·1	25·2	25·3	25·4	25·5	25·6	25·8	26	26·1	26·3	26·5	26·7	26·9
27	26·1	26·2	26·3	26·4	26·5	26·6	26·8	27	27·1	27·3	27·5	27·7	27·9
28	27·1	27·2	27·3	27·4	27·5	27·6	27·8	28	28·1	28·3	28·5	28·7	28·9
29	28·1	28·2	28·3	28·4	28·5	28·6	28·8	29	29·1	29·3	29·5	29·7	29·9
30	29·1	29·2	29·3	29·4	29·5	29·6	29·8	30	30·1	30·3	30·5	30·7	30·9
31	30·1	30·2	30·3	30·4	30·5	30·6	30·8	31	31·2	31·4	31·6	31·8	32
32	31·1	31·2	31·3	31·4	31·5	31·6	31·8	32	32·2	32·4	32·6	32·8	33
33	32·1	32·2	32·3	32·4	32·5	32·6	32·8	33	33·2	33·4	33·6	33·8	34
34	33·1	33·2	33·3	33·4	33·5	33·6	33·8	34	34·2	34·4	34·6	34·8	35
35	34	34·1	34·2	34·3	34·4	34·6	34·8	35	35·2	35·4	35·6	35·8	36
36	35	35·1	35·2	35·3	35·4	35·6	35·8	36	36·2	36·4	36·6	36·9	37·1
37	36	36·1	36·2	36·3	36·4	36·6	36·8	37	37·2	37·4	37·6	37·9	38·2
38	37	37·1	37·2	37·3	37·4	37·6	37·8	38	38·2	38·4	38·6	38·9	39·2
39	37·9	38	38·2	38·3	38·4	38·6	38·8	39	39·2	39·4	39·6	39·9	40·2
40	38·8	38·9	39·1	39·2	39·4	39·6	39·8	40	40·2	40·4	40·6	40·9	41·2

aber doch über die normale Grenze so wenig erhoben hat, dass es nicht allein einer genauen Beobachtung bedarf, um diese Überschreitung der Grenze festzustellen, sondern dass diese Überschreitung auch eine zu geringe ist, als dass man darauf hin allein die Anklage auf Verfälschung der Milch erheben könnte.

Ist es also unter gewissen Voraussetzungen möglich, durch die Ermittlung des specifischen Gewichts den Nachweis zu führen, dass eine Milch entrahmt worden ist, so lässt sich eine Entrahmung und vorsichtige Verwässerung der Milch mit Hilfe des Lactodensimeters ebensowenig wie bei Anwendung irgend einer Milchwage nachweisen. Man braucht nur für je ein Procent Fett, welches man der Milch im Rahm entzogen hat, 1 Procent Wasser zuzusetzen, um das ursprüngliche specifische Gewicht wieder herzustellen, wie man aus den oben durchgeführten Berechnungen leicht ersehen kann. Um in den angeführten Fällen den Nachweis der Fälschung liefern zu können, bedarf das Lactodensimeter der Unterstützung solcher Instrumente, welche den Fettgehalt der Milch anzeigen.

b) *Fettbestimmung mittelst des Cremometers.*

Zur Fettbestimmung der Milch besitzen wir mehrere Apparate. Häufig wird das C r e m o m e t e r benutzt.

Man gieng bei der Construction der Rahmmesser (Cremometer) von der irrigen Annahme aus, dass Milch von gleichem Fettgehalt, in einem passenden Gefäß und unter gleichen Bedingungen aufgestellt, auch sehr annähernd gleiche Volumina Rahm von gleichem Fettgehalt ausscheide. Da aber die Fettabsonderung als Rahm von verschiedenen Verhältnissen, deren willkürliche Änderung uns nicht für alle Fälle zu Gebote steht, stark beeinflusst wird, so muss die Rahmmessung als Milchprüfungsmittel bedeutend an Wert verlieren. Die Verhältnisse, welche die Quantität und die Qualität des abgesonderten Rahms beeinflussen, hängen von der größeren oder geringeren Weite des Cylinders, von der Temperatur und von der Größe der in jeder Milch verschiedenen Butterkügelchen ab; andererseits aber setzt auch eine mit Wasser vermischte Milch v e r h ä l t n i s m ä ß i g m e h r Rahm ab als die gleiche reine Milch, weil die Butterkügelchen in der wässerigen Milch leichter in die Höhe steigen können als in der specifisch schwereren. Die Methode bleibt ungenau, abgesehen davon, dass sie für marktpolizeiliche Zwecke zu zeitraubend ist.

In Gebrauch sind das Cremometer von Chevalier (Fig. 172), welches aus einem cylindrischen Glasgefäß, das unten mit einem Fuß versehen ist und eine Höhe von etwa 20 *cm*, eine lichte Weite von 4 *cm* hat, besteht. Die mit Farbe aufgezeichnete und eingebrannte Scala fängt in einer Höhe von 15 *cm* an; der Raum bis zum Boden des Gefäßes ist in hundert Grade eingetheilt, die jedoch nur bis zum fünfzigsten aufgetragen sind. Der ganze graduierte Raum soll 160 cm^3 fassen.

Zum Gebrauche füllt man das Instrument, nachdem man der Milch behufs leichterem Ablesen etwas Anilinblau oder Indigokarmin zugesetzt, bis zum obersten, mit 0 bezeichneten Striche mit der betreffenden Milch. Um die Bildung von Schaum, durch welchen ein genaues Einstellen der Milch verhindert wird, zu vermeiden, ist es nothwendig, die Milch an der Gefäßwandung hinabfließen zu lassen. Man lässt das Cremometer nun in einem Raume von mittlerer Temperatur stehen und liest nach 24 Stunden ab, wie viel Procente Rahm sich abgesetzt haben. War die Milch beim Einfüllen sehr warm gewesen, so wird sie sich bei der Abkühlung im Rahmmeser zusammengezogen haben und nun nicht mehr bis zum 0-Striche der Scala stehen. Es ist in solchem Falle nothwendig, die nach oben fehlenden Procente von den direct abgelesenen Rahmprocenten abzuziehen.

Eine unabgerahmte (ganze) Milch gibt 10 bis 15 Procent Rahm, halbabgerahmte Milch 5 bis 8 Procent. Der Rahmmesser zeigt also nur an, ob man es mit ganzer oder theilweise abgerahmter Milch zu thun hat. Ob ein etwa gefundener geringerer Rahmgehalt durch theilweise Abrahmung oder durch Wasserzusatz oder durch beides zugleich

erzielt worden ist, darüber erhält man erst Gewissheit, wenn man das specifische Gewicht der unterhalb der Rahmschicht angesammelten, sogenannten blauen Milch bestimmt.

Zu diesem Zwecke hebt man die Rahmschicht von der Milch mit einem Löffelchen ab, oder kürzer, man schiebt einen kleinen Gummischlauch vorsichtig durch die Rahmschicht bis auf den Boden des Cylinders und saugt die Milch unter der Rahmschicht in einen anderen Cylinder ab. Neuester Zeit kommen auch Rahmmesser in den Handel, die am Boden eine Öffnung zum Ablassen der blauen Milch haben.

Die so erhaltene blaue Milch wird nun nochmals bei der Normaltemperatur von 15° C mit dem Lactodensimeter auf ihr specifisches Gewicht untersucht und gibt durch die Grade an, ob und wie viel Wasser, oder ob abgerahmte Milch dazu gekommen ist. Ganz unverfälschte blaue Milch hat $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Lactodensimetergrade mehr als die ursprüngliche, also zwischen 32·5 und 36·5°; niederere Grade beweisen Wasserzusatz. Treffen die Grade 32·5 bis 36·5 zu, war aber der Rahmgehalt unter 10 Procent, so ist abgerahmte Milch dazu gekommen.

Unverfälschte, halbabgerahmte Milch gibt blau nur $1^1/_2$ bis 2° mehr als die ursprüngliche, also anstatt 31·5 bis 34, jetzt 33 bis 35·5°; sind diese Grade richtig, war aber der Rahmgehalt unter 7 oder gar unter 6 Procent, so beweist dies Zusatz von ganz abgerahmter Milch; sind die Grade der blauen Milch mit denen der ursprünglichen

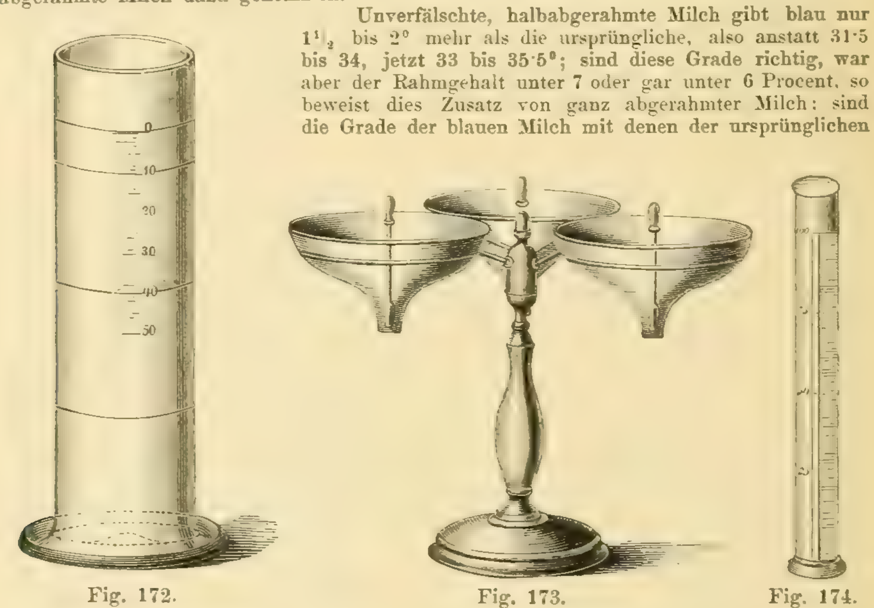


Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174.

Halbmilch aber fast gleich (1° Differenz und weniger), so ist Wasser dazu gekommen.

Zur Bestimmung des Rahms dient statt des Cremometers auch die sogenannte Krocker'sche Milchglocke (Fig. 173). Sie besteht aus einem flachen, nach unten trichterförmig ausgezogenen und hier mit einem langgestielten Glasstöpsel versehenen Gefäße, welches mit einer Glasplatte bedeckt und in ein passendes Stativ eingehängt wird. Man gießt in dieses Gefäß aus einem graduierten Cylinder (Fig. 174) 100 cm^3 Milch und lässt nach erfolgter Abrahmung die unter der Rahmschicht stehende Milch in den Cylinder zurückfließen. Wenn man schließlich den Abfluss nur tropfenweise vor sich gehen lässt, so gelingt es leicht, den in der Glocke zurückbleibenden Rahm scharf von der Milch zu trennen. Das Volumen der letzteren wird im Cylinder gemessen; was an 100 fehlt, ist Rahm.

Das Cremometerverfahren ist, wie gesagt, stets mit mehr oder minder erheblichen Fehlern behaftet. Es gibt Proben, welche selbst bei mittlerem Fettgehalt von 3·5 Procent gar keinen Rahm bilden (Vogel), und andere, welche ungewöhnlich viel geben.

Eine nicht uninteressante Methode zur Fettbestimmung, die in gewissem Sinne sich den cremometrischen Methoden anreiht, bietet de Laval's Lactocrit. Man behandelt die erwärmte Milch (10 cm^3) mit einer Mischung von Essigsäure und Schwefelsäure und trennt Caseïn und Fett.

In graduierten Röhrchen wird dann bei 6000 bis 7000 Umdrehungen in der Minute centrifugiert und nun lassen sich, da das Fett zusammenschmilzt, die Fettprocente direct ablesen. Die Resultate sind ganz vorzügliche, die Einrichtung ist aber eine sehr theure und eignet sich im Wesentlichen wohl nur für Dampfmolkereien u. dgl.

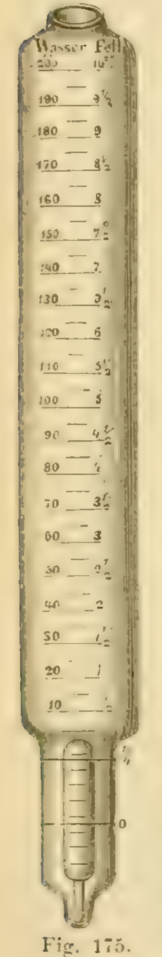


Fig. 175.

c) Fettbestimmung mittelst optischer Instrumente.

Die Milch enthält ihr Fett in Form sehr kleiner Tröpfchen, die in ihr emulsionsartig vertheilt sind. Die Undurchsichtigkeit einer Emulsion wird um so vollständiger sein, je mehr Fettkügelchen vorhanden sind; sie wird also bei der Milch mit der Dicke der Schicht oder in einer Schicht von bestimmter Dicke mit der Zahl der darin vorhandenen Fettkügelchen zunehmen.

Die Zahl der Fettkügelchen geht aber nicht in allen Fällen parallel mit dem Fettgehalt. Leider hat es sich gezeigt, dass die in der Milch vorhandenen Butterkügelchen sehr verschiedene Größen haben und dass das gegenseitige Verhältnis zwischen der Anzahl größerer und kleinerer Kügelchen in jeder Milch ein verschiedenes und sehr wechselndes ist.

Außer dieser Unsicherheit, welche das Princip der optischen Fettbestimmungsmethoden an sich trägt, kommen bei Ausführung derselben noch weitere Momente in Betracht, welche geeignet sind, die Sicherheit der erhaltenen Resultate zu beeinträchtigen. Während an die manuelle Geschicklichkeit bei Ausführung der optischen Proben zum Theil recht geringe, in keinem Falle so hohe Ansprüche gestellt werden, so dass denselben nicht von jeder einigermaßen geschickten Person genügt werden könnte, wird von dem Auge eine große Sicherheit verlangt. Es hängt die Richtigkeit des erlangten Resultats nicht allein von der Construction des Apparats und von der sorgfältigen Ausführung der Probe, sondern auch von der Empfindlichkeit des Auges des Beobachters ab. Weiter wird auch für ein und dasselbe Auge die Lichtempfindlichkeit eine wechselnde sein, je nach der größeren oder geringeren Helligkeit des Ortes, an dem die Probe ausgeführt wird; anders bei Sonnenschein als bei trübem Wetter, anders bei Tageslicht als bei künstlicher Beleuchtung, anders wenn die Lichtstrahlen von allen Seiten das Auge treffen können, als wenn sie nur von einer Seite, vielleicht nur durch die zu beobachtende Milchschicht einfallen.

Unter den vielen nach diesem Princip construierten Apparaten werden die früher gebräuchlichen (von Donné, Vogel, Hager) an Einfachheit der Anwendung und Zuverlässigkeit des Resultats übertroffen durch das sogenannte Lactoscop von Feser.

Eine Glasröhre (Fig. 175) enthält in ihrem unteren verengten Theile einen fest gestellten Milchglascylinder, der von der gegenüberliegenden durchsichtigen Wand des

äußeren Glasmantels seiner ganzen Höhe und Breite nach 4·75 *mm* weit entfernt ist und mehrere schwarze gleichmäßig starke Querlinien in bestimmter Entfernung eingebrannt enthält. Die der Milchglascylinder umgebende Glasröhre trägt eine eingebrannte Scala. Zur Prüfung einer Milch werden in eine beigegebene Pipette (Fig. 176) 4 cm^3 von der vorher gut gemischten Milch bis zur Marke eingesaugt und darauf in den Apparat gebracht.

In den Apparat wird hierauf aus einem Gefäße unter beständigem Umschütteln so lange gewöhnliches Brunnenwasser gegeben, bis die dunklen Linien des Milchglascylinders bei auffallendem Lichte gerade deutlich sichtbar werden und abgezählt werden können. Damit ist die Prüfung schon beendet. An der Scala des Apparates ersieht man nämlich unmittelbar den zur Ausführung der Probe nöthig gewesenen Wasserzusatz und diesem entsprechend am Niveau der Flüssigkeit gleichzeitig die Fettprocente für die der Untersuchung unterworfene Milch. In etwa zwei Minuten ist so der Fettgehalt einer Milch ohne jede besondere Fertigkeit von jedem Laien ziemlich richtig zu ermitteln.

Die Angaben des Feser'schen Lactoscops sind von Gerber, Portele, Tollens u. A. mit den Ergebnissen der directen Milchanalyse verglichen worden, mit verschiedenen Resultaten. Feser selbst gibt an, die Schwankungen betrügen nicht mehr als 0·25 Procent Abweichung von der Gewichtsanalyse. Nach zahlreichen Versuchen des Verfassers wie auch anderer Autoren sind die Differenzen selbst bei voller Milch wesentlich höher

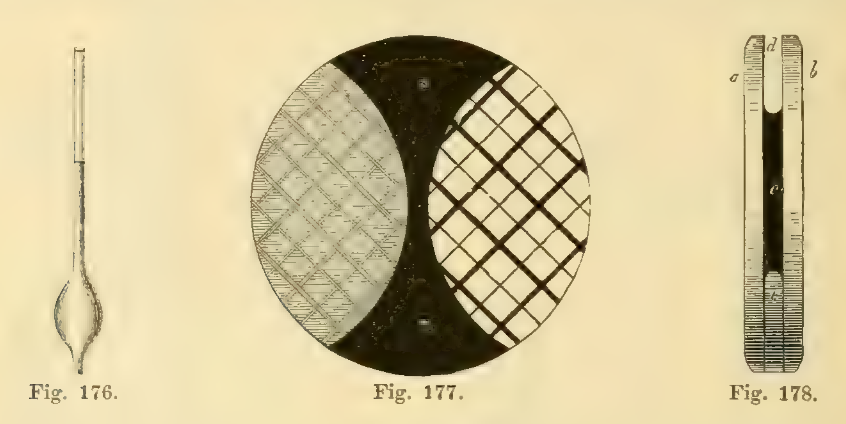


Fig. 176. Fig. 177. Fig. 178.

und können + 0·6 bis — 0·7 erreichen. Hierzu kommt noch der Umstand, dass gerade bei Verfälschung der Milch durch Entrahmung die Angaben durchschnittlich zu hoch werden, also eine gewisse Begünstigung für den Fälscher besteht. Das Feser'sche Lactoskop ist nicht geeignet, auf Grund seiner Resultate der Milchprüfung ein endgiltiges Urtheil abzugeben. Es eignet sich aber für die erste Controle der Milch durch die Polizeiorgane weit besser als das Lactodensimeter.

Aus alledem, was über die Prüfung der Milch auf optischem Wege im allgemeinen gesagt worden ist, geht zur Genüge hervor, dass eine sichere Bestimmung des procentischen Fettgehalts auf diesem Wege überhaupt unmöglich ist. Mit bescheidenen Versprechungen tritt ein weiteres optisches Milchprüfungsinstrument auf, der Heusner'sche Milchspiegel, der, den absoluten Fettgehalt ganz beiseite lassend, bei seinem Gebrauche nur die Bildung eines Urtheils darüber, ob man es mit einer normalen oder mit einer verfälschten Milch zu thun hat, ermöglichen will.

Das Instrument, welches in Fig. 177 von vorn und in Fig. 178 von der Seite gesehen abgebildet ist, besteht aus zwei runden Glasscheiben *a*, *b* mit einem Durchmesser von 4·5 *cm*, welche auf ein zwischenliegendes Metallstück *c* so aufgekittet sind, dass sie einen durch das Metallstück in zwei Hälften getheilten Spalt *d* von etwas über 1 *mm* Weite zwischen sich lassen. Die eine Hälfte dieses Spaltes ist mit einer kleinen Milchglasplatte ausgefüllt, welche den Farbenton und den Durchsichtigkeitsgrad einer Schicht normaler Kuhmilch von gleicher Dicke mit 3·5 Procent Fett zeigt. Auf der inneren Seite der einen Glasplatte ist ein aus schwächeren und stärkeren schwarzen Linien gebildetes Netzwerk eingebrannt, und um den Rand des Apparats ist ein Gummiring gelegt, welcher den offenen Theil des Spaltes abschließt.

Zum Gebrauch taucht man das Instrument, mit dem leeren Spalt nach oben gekehrt, in die zu prüfende Milch unter, lüftet, damit sich der Spalt mit Milch anfüllt, den

Gummiring, lässt ihn wieder los, um den Verschluss zu bewirken, und hebt das Instrument aus der Milch heraus. Man hält das Instrument gegen das Helle und fasst durch die Milch hindurch die erwähnten schwarzen Linien ins Auge. Lässt die untersuchte Milch dieselben deutlicher und schärfer durchschimmern, als die als Normalmilch fungierende Milchglasplatte, so hat sie eine derjenigen Fälschungen erfahren, durch welche der Fettgehalt vermindert worden ist. Da es keine an allen Orten gleichmäßige Grenze für den Fettgehalt normaler Milch gibt, hat aber das Instrument wenig Bedeutung.

Auch das „Pioskop" von Heeren und andere derartige Apparate können ebenfalls auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben.

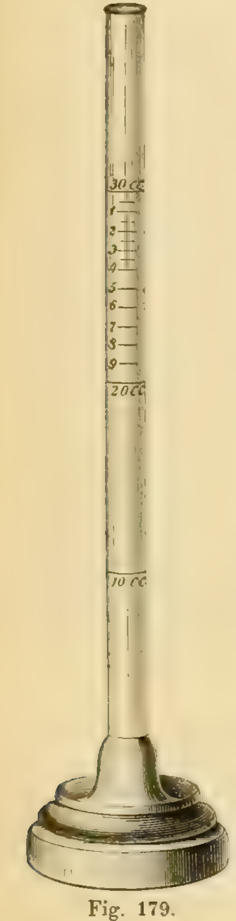


Fig. 179.

d) *Fettbestimmung mittelst des Lactobutyrometers.*

Genauer als mit den optischen Prüfungsmethoden lässt sich das Fett mit dem Lactobutyrometer bestimmen. Dieses Instrument gründet sich auf folgendes Princip:

Wenn man Milch nach Zusatz eines Tropfens von Kali- oder Natronlauge mit Äther durchschüttelt, so nimmt der letztere das Milchfett auf. Aus dieser Lösung wird das Fett zum größten Theil wieder abgeschieden, wenn man sie mit Weingeist vermischt, und zwar in Form einer ganz concentrierten ätherischen Lösung. Letztere sammelt sich als durchsichtige Ölschicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit an; aus ihrem Volumen kann unter Zuhilfenahme einiger Correctionen die Menge des vorhandenen Fettes berechnet werden.

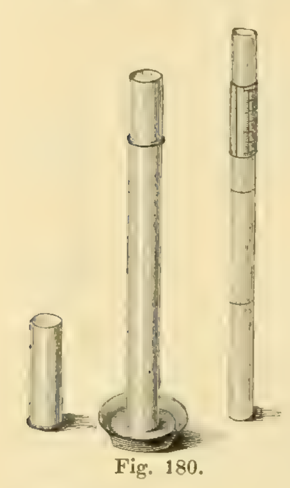
Auf diesem Verhalten des Milchfettes beruht die Bestimmung desselben mittelst des von Marchand construierten Lactobutyrometers (Fig. 179). Dasselbe besteht aus einer 10 bis 11 *mm* weiten Glasröhre, welche an einem Ende geschlossen ist und ungefähr 40 cm^3 fasst. Vom geschlossenen Ende ab sind auf derselben drei gleiche Theile, je zu 10 cm^3, abgetheilt, die oberste, der Öffnung nächste dieser Abtheilungen ist in Kubikcentimeter und die obersten 4 oder 5 cm^3 sind in Zehntel getheilt.

Man gebraucht das Instrument in folgender Weise: Man füllt es bis zum ersten Theilstriche mit der zu untersuchenden Milch, fügt nach Zusatz von 1 Tropfen Natronlauge Äther bis zum zweiten Theilstrich hinzu, verschließt die Öffnung der Röhre mit dem Finger oder mit einem Korkstöpsel und schüttelt tüchtig durch. Dann füllt man die Röhre bis zum dritten Theilstrich mit Weingeist von 80 bis 90 Volumprocenten, schüttelt noch einmal um und stellt sie nun in ein Gefäß mit warmem Wasser (von circa 40° C.). Man wartet, bis die auf der Oberfläche sich ansammelnde Ölschicht sich nicht weiter vermehrt und liest dann an der Theilung das Volumen derselben ab.

Es lässt sich aus diesem Volumen das Gewicht des vorhandenen Fettes in Grammen berechnen: Man multipliciert die Anzahl der gefundenen Kubikcentimeter mit 0·233 und addiert zum Product 0·126 hinzu. Nach Marchand enthält nämlich 1 cm^3 der Ölschicht 0·233 *g* Fett.

Wie bereits angedeutet wurde, scheidet sich das in die ätherische Lösung gegangene Fett nach dem Vermischen derselben mit Weingeist nur zum Theil ab, während ein anderer Theil in der Äther-Weingeistmischung gelöst bleibt. Marchand fand, dass die letztere Menge constant sei und für 10 cm^3 Milch (d. h. für die zu jeder Bestimmung in Anwendung kommende Quantität) 0·126 *g* betrage. Dieses Quantum muss man also dem aus dem Volumen der Ölschicht berechneten Fett hinzuzählen.

Nach Schmidt und Tollens benutzt man am besten Alkohol von 92 Procent. Weiter wurde beobachtet, dass die Temperatur, bei der man die Ölschicht bestimmte, von großem Einfluss auf die Resultate sei: Je wärmer die Röhre ist, um so mehr Fett bleibt in der Mischung, ja die Fettschicht kann sogar unter Umständen ganz verschwinden. Es ist deshalb nöthig, nach dem Erwärmen auf 40° durch 8 bis 10 Minuten vor dem Ablesen der Fettschicht den Apparat in 20° warmes Wasser zu tauchen und bis zu dieser Temperatur abzukühlen. Außerdem erhält man nach der Methode von Marchand bei normaler Milch 0·6 Procent Fett zu viel und bei Rahm bis 8 Procent zu wenig, gegenüber den analytischen Fettbestimmungen.


Fig. 180.

Verbessert wurde Marchand's Lactobutyrometer von Salleron. Bei dessen Instrument (Fig 180) wird die Fettschicht vermittelst einer Hülse von Messingblech gemessen, welche sich auf der Glasröhre hin und her schieben lässt und eine Theilung trägt

Diese Modification beseitigt einen Übelstand, der sich beim Gebrauch des Marchand'schen Instruments ergibt. Wenn man die Röhre bis zum dritten Theilstrich mit Milch, Äther und Weingeist gefüllt hat und dann umschüttelt, so erfolgt bei der Vermischung des Weingeistes mit den anderen Flüssigkeiten eine Contraction oder Raumverminderung. Infolge derselben fällt nach dem Umschütteln der obere Rand der Flüssigkeit nicht mehr mit dem dritten Theilstrich und bei dem Originalinstrumente mit dem Anfangspunkte der feinen Theilung zwischen dem zweiten und dritten Theilstrich zusammen; es wird dadurch die Messung der Fettschicht ein wenig unbequem gemacht. Bei Anwendung der Hülse fällt dieser Übelstand fort, da man durch Hin- und Herschieben den Anfangspunkt der Theilung leicht auf den oberen Rand der Fettschicht einstellen kann.

Bei Salleron's Lactobutyrometer lässt sich an der zum Messen der Fettschicht bestimmten Theilung der Fettgehalt der Milch in Grammen, berechnet auf 1000 cm^3 Milch, direct ablesen und außerdem ist noch eine Vorrichtung zum Erwärmen der Glasröhre beigegeben. Sie besteht aus einem Blechcylinder, dessen unteres Ende in eine kleine Blechschale hineingelöthet ist. Man füllt den Cylinder mit Wasser, gießt Weingeist in die Schale, zündet denselben an und lässt ihn brennen, bis das Wasser im Cylinder die Temperatur von 40° C. erreicht hat: sodann stellt man die Glasröhre in das warme Wasser hinein.

Zur Abgabe eines definitiven Urtheils ist das Lactobutyrometer nicht geeignet.

Soxhlet's aräometrische Probe.

Soxhlet bestimmt das Milchfett in folgender Weise: Er schüttelt gemessene Mengen von Milch, Kalilauge und Äther in einer Flasche zusammen, wodurch sich das Fett vollständig im Äther löst und sich nach kurzem Stehen als klare Ätherfettlösung an der Oberfläche sammelt. Ein kleiner Theil des Äthers bleibt hierbei in der unterstehenden Flüssigkeit gelöst, ohne jedoch Fett in Auflösung zu halten.

Den hierzu gebrauchten Apparat zeigt die Fig. 181. Außerdem braucht man eine Kalilauge vom specifischen Gewicht 1·24 bis 1·27 (400 *g* Ätzkali in 870 *g* Wasser), wassergesättigten Äther und einen Topf mit Wasser von 17bis 18° C.

Von der gründlich gemischten Milch, welche man auf 17½° abgekühlt, beziehungsweise erwärmt hat, misst man 200 cm^3 ab und lässt den Inhalt in eine der Schüttelflaschen von 300 cm^3 Inhalt auslaufen. Die Pipette wird ausgeblasen.

Auf gleiche Weise misst man 10 cm^3 Kalilauge ab, fügt diese der Milch zu, schüttelt gut durch und setzt nun 60 cm^3 wasserhaltigen Äther zu. Der Äther soll beim Einmessen eine Temperatur von 16·5 bis 18·5° C. haben (17½° C. normal). Nachdem die Flasche gut mittelst eines Gummistöpsels verschlossen wurde, schüttelt man dieselbe eine halbe Minute heftig durch, setzt sie in das Gefäß mit Wasser von 17 bis 18° C. und schüttelt eine Viertelstunde lang von ½ zu ½ Minute die Flasche ganz leicht durch, indem man jedesmal drei bis vier Stöße in senkrechter

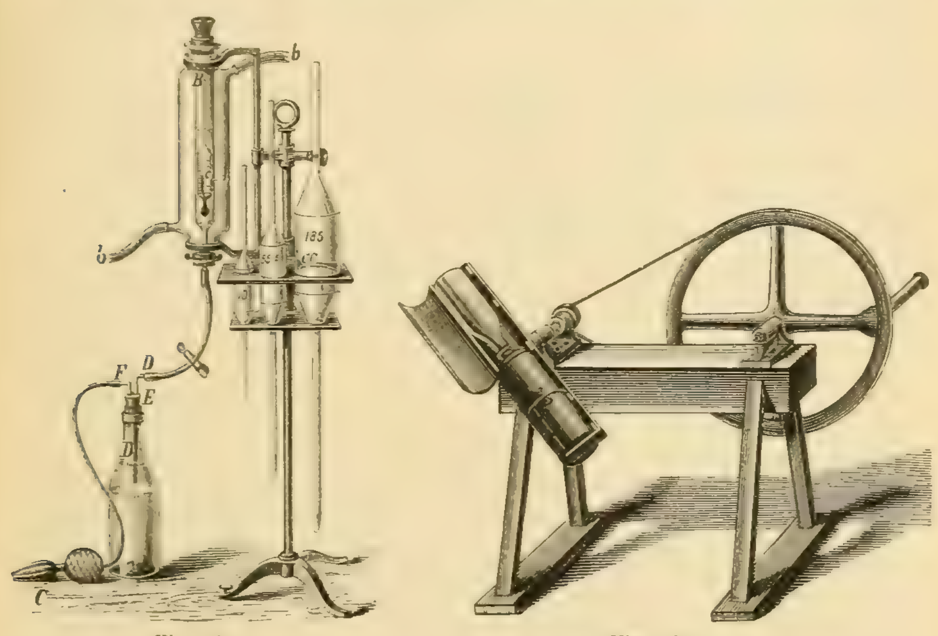


Fig. 181. Fig. 182.

Richtung macht. Nach weiterem viertelstündigen ruhigen Stehen hat sich im oberen verjüngten Theile der Flasche eine klare Schicht angesammelt. Man kann das Absetzen mittelst einer kleinen und billigen Handschleuder, wie sie Fig. 182 zeigt, beschleunigen. Zwei Minuten genügen zum Absetzen in der Schleuder, welche etwa 600 Umdrehungen in der Minute macht. Nur bei centrifugierter Milch mit etwa 0·3 Procent Fett wird man bis zu 4 Minuten die Schleuder in Thätigkeit halten müssen. Es ist gleichgiltig, ob sich die ganze Fettlösung an der Oberfläche angesammelt hat oder nur ein Theil. Die Lösung muss vollkommen klar sein. Bei sehr fettreicher Milch (4½ bis 5 Procent) dauert ohne Anwendung der Schleuder die Abscheidung länger als die angegebene Zeit; manchmal, aber nur ausnahmsweise, 1 bis 2 Stunden.

Man vertauscht nun den Kork mit einem doppelt durchbohrten, um zwei Röhren aufzunehmen, von welchen eine in den Fettäther taucht, während die zweite unterhalb des Korkstöpsels mündet und mittelst eines Gummiballons Luft eintreibt, wodurch der Äther in die obere Röhre ***B*** steigt, welche von einem mit Wasser von 17½° gefüllten Glasmantel

umgeben ist. Man bestimmt das specifische Gewicht mit einem kleinen Aräometer, welches die Zahlen 40 bis gegen 66 trägt. Die folgende Tabelle zeigt an, welche Fettprocente diesen specifischen Gewichten entsprechen.

Tabelle

angebend den Fettgehalt der Milch in Gewichtsprocenten nach dem specifischen Gewicht der Ätherfettlösung bei 17·5° C.

Specifisches Gewicht	Fett in Procenten	Specifisches Gewicht	Fett in Procenten	Specifisches Gewicht	Fett in Procenten	Specifisches Gewicht	Fett in Procenten	Specifisches Gewicht	Fett in Procenten	Specifisches Gewicht	Fett in Procenten	Specifisches Gewicht	Fett in Procenten
43	2·07	46·5	2 46	50	2·88	53·5	3·30	57	3 75	60·5	4 24	64	4·79
43·5	2·12	47	2 52	50·5	2·94	54	3 37	57 5	3·82	61	4·32	64·5	4·87
44	2 18	47·5	2 58	51	3·00	54 5	3·43	58	3 90	61·5	4·39	65	4·95
44·5	2 24	48	2·64	51·5	3 06	55	3·49	58·5	3·96	62·5	4·47	65·5	5·04
45	2·30	48 5	2·71	52	3·12	55·5	3·56	59	4 03	62	4 53	66	5·04
45·5	2·35	49	2·76	52·5	3·18	56	3·63	59·5	4·11	63	4·55		
46	2·40	49·5	2·82	53	3·25	56·5	3·69	60	4·18	63·5	4·63		

Um nach Beendigung der Untersuchung den Apparat zu reinigen, lüftet man den Kork der Schüttelflasche und lässt die Fettlösung in dieselbe zurückfließen. Hierauf gießt man das Aräometerrohr *c* voll mit gewöhnlichem Äther und lässt auch diesen abfließen. Mittelst des Gummiballes treibt man so lange Luft ein, bis das Knierohr, der Schlauch, das Aräometerrohr und das Aräometer vollständig ausgetrocknet sind. Die Soxhlet'sche Methode entspricht allen Anforderungen an Genauigkeit, welche man auch für gerichtliche Untersuchungen zu stellen hat. Nur der eine Umstand, dass größere Mengen von Milch zu jeder Analyse verwendet werden müssen, kann unter Umständen unbequem sein.

Zur marktpolizeilichen Untersuchung der Milch eignen sich nach dem oben Erörterten nur wenige Methoden; entweder ein Lactodensimeter, besser aber das Feser'sche Lactoskop.

Die genaue Untersuchung der Milch hat das specifische Gewicht der Vollmilch und abgerahmten Milch, den Fettgehalt und die Trockensubstanz zu berücksichtigen. Vielfach legt man mit Recht auf letztere großes Gewicht; denn Milchzucker und Eiweißgehalt zusammengenommen zeigen weit weniger Schwankungen als der Fettgehalt. Durch eine Stallprobe, d. h. durch richtiges Abmelken der im Stalle gehaltenen Thiere, von welchen die verdächtigte Milch stammt, überzeugt man sich von der Zusammensetzung normaler Milch unter den gegebenen Fütterungsumständen.

Die Analysen sind auch durch Rechnung controlierbar; das specifische Gewicht setzt sich zusammen aus der Menge des Wassers, der Menge des Fettes und der Menge der fettfreien Trockensubstanz. Nennt man f den Fettgehalt der Milch, t die fettfreie Trockensubstanz, s das specifische Gewicht, so hat man nach Fleischmann:

$$f = 0{\cdot}833\ t - 2{\cdot}22\ \frac{100\ s - 100}{s}$$

$$t = 1{\cdot}0\ f + 2{\cdot}665\ \frac{100\ s - 100}{s}$$

$$s = \frac{1000}{1000 - 3{\cdot}75\ (t - 1{\cdot}2 f)}$$

Man hat neuerdings auch Tabellen angegeben, welche die Größe der Verfälschung aus dem Ergebnis des specifischen Gewichts, des Fettes und der Trockensubstanz direct ablesen lassen (Herz).

Um das etwaige Vorhandensein eines Mehl- oder Stärkezusatzes zur Milch festzustellen, werden der letzteren einige Tropfen Jodtinctur zugesetzt, worauf im Bestätigungsfalle eine Bläuung der Milch eintritt.

Metalle, welche in die Milch durch Aufbewahrung in unzweckmäßigen Gefäßen gelangen, werden in der Asche nach den allgemeinen analytischen Regeln aufgefunden.

Milchcuranstalten und Molkereigenossenschaften.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Beschaffung guter und unverfälschter Milch allerorts entgegenstellen, haben dazu geführt, Etablissements zu gründen, aus welchen das Publicum sicher eine unverfälschte Milch bekommen kann und in welchen durch rationelle Fütterung und Wartung des Viehes, sowie gute Auswahl der Kühe unter sachverständiger und ärztlicher Aufsicht dafür gesorgt ist, dass nur wirklich gute Milch produciert wird.

Solche Milchcuranstalten sind in neuerer Zeit an vielen Orten entstanden und z. B. in Frankfurt a. M. und in Stuttgart mustergiltig eingerichtet.

In Frankfurt sind die Böden, Mauerwände und der Plafond des Stallgebäudes cementiert. Mist und Urin fallen hinter den kurzen Viehständen in einen Sandsteingraben ab. Die Räume sind durch Luftsauger und über das Dach gehende Abzugsschornsteine ventiliert. Getrennt von diesem Stall besteht ein Krankenstall für vier Kühe. Die Wahl der Milchkühe ist eine sorgfältige (Schweizervieh), die Fütterung geschieht ausschließlich mit gutem (importiretem) Heu, Mehl und Schrot. Die Milch wird unter Aufsicht in Flaschen gefüllt, welche mit sorgfältig gereinigten Korkpfropfen verschlossen werden. Der Stall wird gründlich gereinigt.

Einen Fortschritt auf dem Gebiete der Milchversorgung bieten auch die Molkereigenossenschaften, welche schon seit längerer Zeit in der Schweiz bestehen und nun auch in fast allen größeren Städten eingerichtet sind.

Der Zweck dieser Genossenschaften ist der, die von den Theilnehmern auf deren Gütern producierte Milch ohne Zuhilfenahme des Zwischenhandels selbst zu verwerten. In Wien besteht eine Molkereigenossenschaft, welcher dermalen 20.000 Liter Milch zugeführt werden. Die in verschlossenen Gefäßen angelangte Milch wird per Bahn in die „Wiener Molkerei“ geführt und nach der Lefeldt'schen Methode mittelst Centrifugen behandelt. Der Zweck des Centrifugierens ist der, die Milch von den ihr stets anhaftenden Unreinigkeiten, als Haaren, Epithelzellen, Schleim etc., zu befreien und die Trennung des Fettes von der Milch zu bewerkstelligen, sonach Rahm und Magermilch zu gewinnen. Die Centrifugen sind übrigens so eingerichtet, dass auch gereinigte Vollmilch gewonnen werden kann. Das Centrifugieren ist nicht im Stande die Bakterien mit dem ausgeschleuderten Schmutz abzuscheiden.

Die Bedingungen, welche an die Molkereigenossenschaft vom gesundheitlichen Standpunkte zu stellen sind, müssten sich auf die Production einer guten, möglichst gleichmäßig beschaffenen Milch beziehen, sonach auf die Einstellung gesunder, kräftiger Thiere von gutem Schlag, auf Haltung derselben in zweckmäßig eingerichteten Ställen, auf Einhaltung des Systems der Aufzucht, Fütterung mit gutem Futter, mit Ausschluss aller Fabriksabfälle, sowie auch auf zweckmäßige Aufbewahrung und auf den Transport der Milch, Forderungen, die zum großen Theile selbst schon im ökonomischen Interesse der Viehzüchter und Milchproducenten liegen.

Viertes Capitel.

Die Milchproducte.

Butter.

Die Butter enthält vorwiegend das Fett der Milch. Sie wird aus abgekühltem Rahm durch heftiges Schütteln desselben gewonnen. Die aus dem Rahm enstehende Buttermenge richtet sich selbstverständlich nach dem Fettreichthum der Milch, beziehungsweise des Rahmes, hängt aber auch von dem Butterungsverfahren ab. Ganze Milch gibt durchschnittlich 3·3 Procent Butter.

Durch die Butterbildung findet keine vollständige Trennung des Fettes von den anderen Milchbestandtheilen statt.

Es findet sich in 100 Theilen:

Rahm	66·4	3·7	25·7	3·54	0·6	—
Buttermilch	90·6	3·8	1·2	3·38	0·6	0·3

Die beim Buttern sich ergebende Buttermilch enthält also immer noch etwas Fett und die Butter dagegen mancherlei Milchbestandtheile, insbesondere Wasser, gelbliche Farbstoffe und Käsestoff, welcher letztere in der Butter im Form weißer Flecken mit freiem Auge sichtbar ist. Der Butter wird nicht selten Kochsalz zugesetzt.

Die in verschiedenen Buttersorten vorhandenen Bestandtheile können folgende Schwankungen zeigen:

Wasser	6	bis	18	Procent
Caseïn	0·5	„	3·5	„
Fett	79	„	95	„
Kochsalz	0	„	6	„

Einen noch höheren Wassergehalt als 18 Procent zeigt die Butter nicht selten, wenn derselben durch Einkneten Wasser einverleibt oder die Buttermilch nicht vollständig ausgearbeitet ist. Die mangelhafte Ausarbeitung beeinträchtigt die Haltbarkeit der Butter, und ein zu hoher Wassergehalt vermindert selbstverständlich ihren Wert.

Die reine, von allen Nebenbestandtheilen befreite Butter besteht aus verschiedenen Neutralfetten. Gute, unverfälschte Butter hat eine blassgelbe Farbe, einen angenehmen, nicht ranzigen Geruch und Geschmack,

fühlt sich geschmeidig an und zeigt auf der Schnittfläche ein gleichmäßiges Aussehen. Die Consistenz guter Butter ist unter 10° krümelig, bei 10 bis 20° geschmeidig, bei 20 bis 25° sehr weich und bei 36° flüssig; bei allmählicher Abkühlung bis circa 23° wirddie Butter wieder fest.

Bezüglich der Gesundheitsschädlichkeit der Butter muss auf das bei der Milch Gesagte verwiesen werden Da die frische Milch zur Butterung verwendet wird, steht dem Übergange von Krankheitskeimen aller Art in die Butter keinerlei Hindernis entgegen. In der That hat Heim die Keime der Cholera, des Typhus, der Tuberculose in manchen Fällen drei bis vier Wochen sich in Butter lebend erhalten sehen. Bei dem Centrifugieren der Milch behufs Entrahmung scheint ein Theil der Keime sich abzusenken. Milzbrand-, Typhus-, Cholerakeime finden sich im Centrifugenschmutz, wie in der Butter, die Tuberkelbacillen dagegen scheinen etwas zahlreicher im Centrifugenschmutz. (Scheurlen). Unbedenklicher dürfte das Butterschmalz sein, da es einer mehr oder minder hohen Temperatur bei seiner Bereitung und bei der Verwendung zum Kochen ausgesetzt wird.

Die Ausnutzung des Butterfettes ist eine sehr günstige. Sowohl in der Milch als im Käse, auch als Zusatz zu anderen Speisen gelangt es in großen Quantitäten mit Hinterlassung von nur geringen Mengen zur Resorption. Selbst bei Mengen von 240 *g* Butter für den Tag werden nur 2·7 Procent verloren und 97·3 Procent rosorbiert. Die Butter wird besser resorbiert als Speck, dessen Fett in Membranen eingeschlossen ist (Rubner).

Conservierung der Butter.

Für sich aufbewahrt, hält sich die Butter nicht lange frisch, nach 8 bis 14 Tagen wird sie ranzig, riecht und schmeckt unangevehm. Auch wenn man die Butter schmilzt und jene Spuren von Eiweiß und Milchzucker entfernt, die ihr anhaften, wird sie ranzig. Das Ranzigwerden beruht keineswegs nur auf einer Spaltung der niederen Triglyceride und namentlich nicht allein in dem Auftreten von freier Buttersäure, sondern auf einer Spaltung auch hochatomiger Triglyceride. Nur fällt eben unserem Gaumen und der Nase die Buttersäure unangenehm auf, während freie Ölsäure, Stearinsäure oder Palmitinsäure den Sinnen entgehen (Rubner). Die Ursache der Zerlegung ist in der Einwirkung der Lichtstrahlen und des Sauerstoffs der Luft zu suchen, sicher aber auch in der Einwirkung von niederen Organismen. Je wärmer die Luft ist, um so eher wird die Butter ranzig.

Um die Butter zu conservieren, wird sie unter Zusatz von 1 bis 3 Procent Kochsalz durch Schmelzen von dem Wasser- und dem Käsestoff befreit.

So behandelte Butter heißt Butterschmalz. Letzteres repräsentiert also das reine Butterfett; es schmilzt bei 32° C.

Zur Bereitung und Aufbewahrung der Butter und des Butterschmalzes sollen keine Gefäße und Geräthschaften verwendet werden, welche schädliche Metalle abgeben können.

Gewöhnlich wird Butter und Butterschmalz in Holzfässern versendet; es ist zweckmäßig, neue Fässer vor Einfüllung mit Butter mit kaltem und heißem Wasser zu waschen,

um den Holzgeschmack der Butter zu verhüten. Bei jedesmaliger Wiederbenutzung eines Butterversandtfasses sollte eine gründliche Reinigung desselben mit Pottaschelösung vorgenommen werden. Auch soll die Butter so eingefüllt werden, dass möglichst wenig Luft zwischen den Schichten bleibt.

Die aus dem Ranzigwerden der Butter entstehende Verderbnis ist in gesundheitlicher Beziehung nicht gleichgiltig. Wird ranzige Butter genossen, so bewirkt sie regelmäßig Verdauungsstörungen.

Ein schwaches Ranzigsein kann unter Umständen noch behoben werden, wenn man die Butter mit Milch oder Buttermilch nochmals buttert, oder in reinem, kaltem oder eine Spur Soda enthaltendem Wasser auskocht, wodurch die in der ranzigen Butter enthaltenen Fettsäuren in das Wasser übergehen. Gegen starkes Ranzigsein gibt es überhaupt kein Mittel. Solche Butter ist dann nur mehr zur Seifen- und Schmierenfabrication geeignet.

Untersuchung der Butter.

Bei der Untersuchung der Butter handelt es sich bald um den Nachweis, ob bei der Darstellung der Butter nicht Nachlässigkeiten vorkamen, die den Wert derselben herabdrücken, bald um Ermittlung etwaiger absichtlicher Verfälschungen.

Der Wert der unverfälschten Butter hängt wesentlich von ihrer Frische und ihrem Wohlgeschmacke, dann aber auch von ihrem Gehalte an Fett, Wasser, Kochsalz und Käsestoff ab. Der Wohlgeschmack kann nur sinnlich geprüft werden.

Zur quantitativen Bestimmung des Wassers, des Fettes, des Caseïns und des Kochsalzes in der Butter lässt sich folgendes Verfahren anwenden:

Will man eine Probe Butter möglichst genau auf ihren Fettgehalt zur Feststellung ihres Wertes untersuchen, so verfährt man folgendermaßen: Die abgewogene Probe wird mit Sand aufgenommen, das Wasser verjagt und sodann im Soxhlet'schen Apparate mit Äther extrahiert, die ätherischen Lösungen auf dem Wasserbade verdunstet und gewogen. Durch Trocknung der Butter auf gewogener Menge Sand erfährt man den Wassergehalt. Durch vorsichtige Veraschung lassen sich die anorganischen Stoffe bestimmen. Der in Wasser lösliche Theil der Asche kann nun nach den bekannten Methoden auf Kochsalz geprüft werden. Auf Caseïn und Milchzucker kann man, wenn man durch Äther aus einer gewogenen Menge Butter das Fett entfernt hat, den verbleibenden unlöslichen Antheil prüfen.

Der Grad des Ranzigseins lässt sich durch Titration bestimmen. Man mischt eine gewogene Menge Butterschmalz mit Alkohol tüchtig durch, setzt etwas Rosolsäure zu und titriert mit Barytwasser von bekanntem Gehalt (Fr. Hofmann).

Um der Butter die hie und da beliebte gelbe Farbe zu geben, wird sie manchmal mit Orlean, Safran, Curcuma, Möhrensaft, Ringelblumen gefärbt. Wenn man das Färben der Butter überhaupt nicht anstößig findet, so wäre gegen die genannten Farbmittel nichts einzuwenden, da sie der Gesundheit keinerlei Nachtheil bringen.

Zum Nachweis dieser Farbstoffe kann man die Butter mit Wasser oder Alkohol schütteln. Natürlich gefärbte Butter gibt hierbei keinerlei Farbstoff an das Ausschüttlungsmittel ab, sondern letzteres bleibt farblos. Färbt sich dagegen das Ausschüttlungsmittel gelb an, so verdampft man die gefärbte Lösung im Wasserbade zum Trocknen und prüft den Rückstand. Besteht er aus Safrangelb, so löst er sich vollständig im Wasser und gibt mit Citronensäure eine grasgrüne Färbung, ist er Orlean, so wird er auf Zusatz von concentrierter Schwefelsäure blau, war er Curcuma, so wird die Farbe durch Zusatz von

Alkali braun. Ist der Farbstoff Saflor, so gibt er mit salpetersaurer Silberlösung einen grünlichbraunen flockigen Niederschlag, ist er der Farbstoff der Ringelblume, so gibt er mit demselben Reagens einen grauschwarzen Niederschlag.

Als betrügerische Beimengungen, um das Gewicht der Butter zu erhöhen, sollen in der Butter vorgekommen sein: Kartoffelmehl, Stärke, Carragheenschleim, Gyps und Topfen. Löst man eine solche Butter in Äther auf, so kommen diese fremdartigen Beimengungen nach hinlänglich langem Stehen zur Ausscheidung, können mit Wasser aufgenommen und unter dem Mikroskop oder auf chemischem Wege auf ihre Natur geprüft werden.

Die Untersuchung der Butter auf derartige Beimengungen muss sich auch auf die inneren Theile eines Butterstückes erstrecken, da nicht selten unter einer äußeren Hülle von guter Butter eine gefälschte zum Vorschein kommt.

In der neueren Zeit hat man auch in vielen Fällen die Milchbutter mit Kunstbutter vermischt als reine Waare (Kuhbutter) in den Handel gebracht.

Kunstbutter.

Mège-Mourriès hat im Jahre 1870 ein Verfahren zur Verwertung billiger Fette an Stelle der theuren, für die Volksernährung schwer zu erhaltenden Kuhbutter angegeben. Zur Zeit sind solche Präparate unter den Namen Kunstbutter, Sparbutter, Ersatzbutter in den Handel gebracht. Diese Butter enthält nicht die Fette der Milch, sondern meist Rindsfett, Knochenfett, Schweinefett. Das zur Kunstbutter verwendbare präparierte Fett wird häufig als Oleomargarin bezeichnet.

Zur Kunstbutterfabrication verwendet man die Fette gesunder Thiere, von den Fleischtheilen möglichst sorgfältig befreit. Sodann werden 1000 *kg* Fett mit 300 *kg* Wasser, 1 *kg* Pottasche mit zwei Schweinemagen in Bottichen bei etwa 45° gehalten und dadurch das Fett von Membranen getrennt. Das obenauf schwimmende Fett wird von dem wässerigen Theile vorsichtig abgezogen und nun in Eisenblechgefäßen in Räumen von 20 bis 25° C. einen Tag stehen gelassen. Es erstarrt dabei und lässt beim Auspressen sich in etwa 40 bis 50 Procent Stearin (von 40 bis 50° Schmelzpunkt) und Oleomargarin (20 bis 22° Schmelzpunkt) trennen.

Das Oleomargarin (Butterine, Margarine) bildet das Ausgangsproduct für die Kunstbutterherstellung; manche Fabriken beschäftigen sich ganz ausschließlich mit seiner Gewinnung. Das schwerer schmelzbare Fett wandert zur Lichterfabrication. Das Oleomargarin (50 *kg*) wird zum Zwecke der Kunstbutterbereitung mit Milch (25 *l* + 25 *l* Wasser) und etwas Milchdrüse gemengt und verbuttert; sodann setzten Manche die Butterfarbe, Buttersäureäther und Cumarin zu.

Die Zusammensetzung von Kuhbutter und Kunstbutter ist folgende:

	Reine Kuhbutter	Kunstbutter
Wasser	11·8	12·0
Palmitin	16·8	18·3
Stearin	35·4	28·5
Oleïn	22·9	24·9

	Reine Kuhbutter	Kunstbutter
Butyrin, Caproïn etc. .	**7·6**	**0·2**
Caseïn	0·2	0·7
Salze	5·2	5·2

Die Kunstbutter lässt sich leicht an ihrem Geruche, der etwas von dem frischer Butter abweicht, erkennen; sie wird meist behufs Verfälschung frischer Kuhbutter zugesetzt, wobei natürlich ihre Erkennung wesentlich erschwert wird.

In ähnlicher Weise werden Buttersurrogate aus Nierenfett, Schweinefett auch aus Sesamöl, Mohnöl, Cocosnussbutter fabriciert.

Bei der Butteruntersuchung auf fremde Fette unterlasse man nie vorerst den Geruch und Geschmack und die Consistenz zu prüfen und die Form der Strichfläche zu beobachten. Zugesetzter Talg macht sich besonders dann kenntlich, wenn man Fett in dünnen Schichten aufgestrichen erwärmt; tränkt man mit der zu untersuchenden Butter einen baumwollenen Docht, brennt man ihn an und löscht ihn nach zwei Minuten des Brennens aus, so erinnert der dann vom Dochte aufsteigende Dampf nach scharfgebratener Butter, wenn es reine Milchbutter war; dieser Dampf zeigt aber den üblen Geruch eines verlöschenden Talglichtes, wenn fremde thierische Fette der Butter zugesetzt wurden.

Der Schmelzpunkt der reinen Butter liegt zwischen 33 und 36° C., derjenige der Kunstbutter zwischen 22 bis 31° C. Das specifische Gewicht der reinen Butter beträgt 0·910 bis 0·913 bei 37·8° C, alle anderen Fette haben ein specifisches Gewicht von höchstens 0·9045.

Reines Butterfett gibt unter dem Mikroskop bei 300- bis 400facher Vergrößerung ein Sehfeld von feinen Kügelchen, frei von jeder Krystallgestalt. Hat man ein Gemisch vor sich, das neben Butter stearinhaltige Fette enthält, so wird man häufig neben den Fettkügelchen zahlreiche eckige oder nadelförmige Krystallgestalten finden.

Zum chemischen Nachweis der fremden Fette in der Butter, sowie zur Unterscheidung der echten Butter von der Kunstbutter hat Hehner ein Verfahren angegeben, dessen Princip darauf beruht, dass alle Thierfette, mit Ausnahme der Butter, aus Gemischen von Tristearin, Tripalmitin und Trioleïn bestehen

Auf 100	Theile	Tristearin	treffen	95·73	Theile
„ 100	„	Tripalmitin	„	95·28	„
„ 100	„	Trioleïn	„	95·70	„

Säure. Es müssen daher alle Fette exclusive Butter, verseift und mit Schwefelsäure zersetzt eine zwischen 95·28 und 95·73 Procent liegende Fettsäuremenge liefern.

Da nun Butterfett neben diesen unlöslichen Säuren auch eine beträchtliche Menge von im Wasser löslichen Säuren liefert, so muss bei ihm die Menge der unlöslichen Säuren im Verhältnis zu derjenigen der löslichen Säuren verringert sein. So fand man im Butterfett 86·5 und 87·5 Procent unlösliche Säuren, selten bis 88 Procent. Sind daher mehr feste unlösliche Fettsäuren in einem zu untersuchenden Butterpräparat vorhanden als 88 Procent, so sind fremde Fette zugesetzt.

Zur Untersuchung schmilzt man circa 15 bis 20 *g* Butter im Wasserbade und filtriert die vom Bodensatze abgegossene Masse durch ein in einem heißen Trichter befindliches trockenes Filter in ein kleines Becherglas. Von diesem reinen Butterfett nimmt man 5 *g* heraus, bringt sie in ein Porzellanschälchen, setzt 50 cm^3 Alkohol und 2 *g* Ätzkali zu und erwärmt auf dem Wasserbade so lange, bis das Butterfett verseift ist und bis einige Tropfen destilliertes Wasser keine Trübung von ausgeschiedenem Fett mehr hervorbringen. Man verjagt den Alkohol, löst sodann in 100 bis 150 cm^3 wieder auf. Dann zerlegt man mit Salzsäure die Seifen. Hierdurch scheiden sich die unlöslichen Fettsäuren als käsige Masse aus, die zum größten Theile rasch zur Oberfläche steigt. Man bringt sie auf ein gewogenes Filter, wäscht mit kochendem Wasser aus, trocknet und wiegt.

Es mag hier noch hervorgehoben werden, dass nach Kretschmer, John u. a. die von Hehner aufgestellte Grenze von 88 Procent für reine Butter zu niedrig ist und auf 89·5 Procent erhöht werden muss. Die Hehner'sche Methode erfordert Übung zu ihrer exacten Ausführung.

Auf ähnlichen Principien wie die Hehner'sche Methode beruhen fast alle übrigen Verfahren zum Nachweis fremder Fette in der Butter.

Butter enthält Fettsäuren, welche ein geringeres Moleculargewicht als die Fettsäuren anderer Fette besitzen. Werden nun alle Fettsäuren eines Fettes mit normaler Kalilauge (56·11 Kalihydrat im Liter) neutralisiert, so kann man aus der Menge der verbrauchten Kalilauge ersehen, ob eine Butter echt oder mit anderen Fetten verfälscht ist.

Von ungeschmolzener Butter nimmt man 1 bis 2 *g*, setzt dazu in einem Becherglase 10 cm^3 normale Kalilauge und 50 cm^3 absoluten Alkohol, bringt die Masse zum Sieden, bedeckt sie mit einem Uhrglase und erhält sie 15 Minuten in ruhigem Sieden, dann spült man das Uhrglas mit Weingeist ab, versetzt die Flüssigkeit mit Phenolphthalëin und titriert den Überschuss des Kalis mit halbnormaler Salzsäure zurück (Köttstorfer).

Auf 1 *g* Butter braucht man	221·5 bis 233	*mg*	Kalihydrat
„ 1 *g* Rindstalg braucht man	196·5	*mg*	„
„ 1 *g* Schweinefett „ „	195·8	*mg*	„
„ 1 *g* Hammeltalg „ „	197	*mg*	„
„ 1 *g* Unschlitt „ „	196·8	*mg*	„
„ 1 *g* Sparbutter „ „	195·9	*mg*	„

Die gebräuchlichste Methode zum Nachweis der Butterfälschung ist zur Zeit die Reichert-Meissl'sche. Man nimmt 2·5 *g* des geschmolzenen Fettes und mischt in einem Kolben 10 cm^3 einer alkoholischen Kalilauge zu (20 *g* Kali: 100 *g* Alkohol von 70 Volumprocenten); auf dem Wasserbade wird verseift, dann der Alkohol verjagt. Sodann löst man in 100 cm^3 destillierten Wassers, setzt der kühlen Lösung 40 cm^3 verdünnte Schwefelsäure zu und destilliert nun genau 110 cm^3 Flüssigkeit ab. Ist letzteres nicht ganz klar, so wird es durch ein Filter filtriert. 100 cm^3 versetzt man alsdann mit einigen Tropfen Phenolphthalein und titriert mit einem Zehntel Normalnatronlauge bis zur Rothfärbung und berechnet, wie viel für 110 cm^3 Destillat verbraucht wurde (Sendtner). Nach Meissl sollen 5 *g* Fett von Kuhbutter mindestens 26 cm^3 Normalnatronlauge erfordern. Thierische und pflanzliche Fette brauchen nur 0·6 bis 1·0 cm^3, Cocosfett 7·0 cm^3 der Lauge.

Da die Kunstbutter zum größten Theil aus Neutralfetten besteht, wie der Rindstalg und Schweinetalg, kann von vorneherein eine den letzteren gleiche Ausnutzbarkeit vorausgesetzt werden. Dies ist durch directe Versuche von A. Meyer noch bestätigt; die Kunstbutter ergab eine nur um wenig geringere Ausnutzung als natürliche Butter: nach dieser Richtung hin würde sie demnach voll befriedigen.

Die Kunstbutter kann unzweifelhaft in einer Weise hergestellt werden, dass vom hygienischen Standpunkte aus nichts dagegen zu erwidern bleibt. Unter dieser Voraussetzung könnte man nur eine genaue Bezeichnungsweise beim Verkauf verlangen, damit dem Käufer jeder Zweifel darüber, dass er ein Kunstproduct kauft, genommen wird.

Anders jedoch verhält es sich, wenn man den gewöhnlichen und nicht sehr sorgfältigen Betrieb in praxi betrachtet. Zunächst ist es schwer oder gar nicht controlierbar, welche Fette verwendet werden. Dass auch Fette kranker Thiere mit Verwendung finden, lässt sich durchaus nicht leugnen, vielleicht hat das Fett manchmal eine noch weit zweifelhaftere Herkunft. Das Thierfett wird aber vielfach durch alle möglichen Pflanzenfettsurrogate ersetzt. Oleomargarin wird durchaus nicht etwa in Deutschland allein fabriciert, sondern in großen Mengen importiert. Bei der Oleomargarinfabrication werden Temperaturen, bei welchen eine Tödtung von Krankheitskeimen mit Sicherheit erreicht würde, nicht angewendet. Die Verwendung von Kunstbutter unbekannter Herkunft bringt daher unter allen Umständen für den Consumenten ein bedenkliches Risico mit sich.

Kumys und Kefyr.

Bei manchen nomadischen Völkerschaften Russlands und Asiens werden gegohrene Getränke aus der Milch, Kumys und Kefyr hergestellt. Die alkoholische wie Milchsäuregährung gibt diesen einen angenehmen prickelnden Geschmack. Da nur ein Theil der Stoffe der Milch bei der Gährung zerlegt wird, so haben diese Getränke einen nicht unbeträchtlichen Nährwert. Es sind enthalten in 100 Theilen:

	Eiweiß	Fett	Milchzucker	Milchsäure	Alkohol
Kumys	2·2	2·1	1·5	0·9	1·7
Kefyr	3·1	2·0	1·6	0·8	2·1

Zur Kumysherstellung wird meist Stutenmilch, zur Kefyrbereitung Kuhmilch angewendet. Über die Mikroorganismen, welche sich an diesen Umsetzungen betheiligen (Hefe und Spaltpilze), ist völlig Sicherstehendes noch nicht bekannt.

Käse.

Der Käse wird gewonnen, indem ungekochte Milch durch das in dem Kälbermagen enthaltene und aus ihm zu gewinnende Labferment bei 31 bis 35° coaguliert wird. Es scheidet sich die Molke ab; sie enthält nur mehr 0·8 Procent Eiweiß, 0·2 Procent Fett und 4·6 Procent Milchzucker, hat also einen sehr beschränkten Nährwert.

Das Caseïncoagulum wird meist noch durch eine Presse von der eingeschlossenen Molke befreit. Nach dem Zerkleinern des Coagulums werden auf 1 *kg* etwa 25 *g* Kochsalz beigemengt und in Formen gepresst. Nach 14tägigem Trocknen in luftigem Raume wird der Käse 4 bis 6 Wochen zum Zweck des Reifens in den Keller gebracht. Aus 9 bis 14 *l* Milch erhält man etwa 1 *kg* Käse.

Je nachdem sehr fette oder theilweise abgerahmte Milch verwendet wird, spricht man von Fett- und Magerkäsen, sowie von Rahmkäsen.

Mitunter verwendet man auch durch Säure geronnene Milch zur Käsebereitung, dann ist selbstverständlich kein Labzusatz nöthig.

Wenn man Milch bei niederer Temperatur coaguliert und wenig auspresst, entstehen Weichkäse, durch Coagulation bei hoher Temperatur und festes Auspressen der Hartkäse.

Frischer Käse reagiert sauer, nimmt aber allmählich an Säure ab. Im überreifen Zustande reagiert er alkalisch. Der in dem Käse zurückbleibende Milchzucker wird unter Kohlensäurebildung zerlegt, wodurch die Löcher im Käse entstehen. Viel Kochsalzzusatz unterdrückt diese Gährung, es bleibt dann der Käse fest. Bei der Reifung des Käses entstehen mancherlei Producte: Leucin, Tyrosin, Butylamin, Amylamin, Ammoniak aus dem Caseïn. Letzteres nimmt also bei dem Reifen ab.

Welche Keime sich an der Zerlegung betheiligen, ist noch ungenügend bekannt, in manchen Fällen sind es Schimmelpilze, z. B. bei Roquefort. Die Pilze werden sogar auf Brot gezüchtet und die Sporenmasse dem Käse zugesetzt.

Der Parmesan und Liptauer sind magere, der Emmenthaler, Eidamer, Chester mittelfette, Fromage de Brie, Limburger, Roquefort sind Fettkäse. Manchmal wird auch das nach der Gerinnung durch die Milch-

säure erhaltene Coagulum, mit Salz oder Kümmel zubereitet, als Topfen oder Quark verkauft.

Die mittlere Zusammensetzung dieser Producte ist nach König und Rubner:

	Topfen	Fettkäse	Halbfettkäse	Magerkäse
Wasser	60·3	35·7	46·8	48·0
Feste Bestandtheile	39·7	64·2	53·2	52·0
Eiweiß	24·8	27·2	27·6	32·6
Fett	7·3	30·4	20·5	8·4
Milchzucker etc.	3·5	2·5	3·0	6·8
Asche	4·0	4·1	3·0	4·1

Die Käsesorten sind also ein sehr concentriertes Nahrungsmittel und eignen sich gut zur Verwendung. Bisweilen soll in demselben ein giftiges Ptomain, das Tyrotoxin, zur Entwickelung kommen. Durch unzweckmäßige Verpackung in bleihaltiges Stanniol kamen bereits manche Schädigungen zur Beobachtung. Man hat Krankheitskeime im Käse alsbald absterben sehen; die Keime der Cholera schon nach einem Tage, jene des Typhus nach drei Tagen. Die Tuberculosebacillen hielten sich aber bis zu vierzehn Tagen lebenskräftig (Heim).

Der Käse (Schweizerkäse) wird im Darmcanal des Menschen gut ausgenutzt, weit besser als die Milch; ja er kann sogar die Ausnutzung anderer Nahrungsmittel, wie der Milch (Rubner) oder des Maises (Malfatti), nicht unwesentlich erhöhen. Nach den Versuchen von Rubner werden bei der Ausnutzung verloren:

	Bei 2291 *g* Milch und 200 *g* Käse	bei 2050 *g* Milch und 218 *g* Käse	bei 2209 *g* Milch und 517 *g* Käse	Milch bei kleineren Mengen
	Procent:	Procent:	Procent:	Procent:
von Trockensubstanz	6·0	6·8	11·3	8·4
vom Eiweiß	3·7	2·9	4·9	7·0
vom Fett	2·7	7·7	11·5	7·1

Die Ausnutzung verschlechtert sich, wenn zu reichlich an Käse aufgenommen wird, wie aus dem Versuche bei 3209 *g* Milch und 517 *g* Käse zu entnehmen ist, und zwar bemerkt man zuerst eine nennenswerte Herabsetzung der Fettresorption.

Die Untersuchung des Käses kann sich auf die Feststellung der Trockensubstanz des Fettes, der Eiweißstoffe, beziehungsweise des Stickstoffs (nach bekannten Methoden) erstrecken. Die fettartigen Bestandtheile sind Neutralfette, freie Fettsäuren und Seifen; die Fettsäuren der Seifen werden nach Ansäuerung mit Schwefelsäure durch Ausschütteln mit Äther erhalten.

In neuester Zeit kommt auch sogenannter Kunstkäse, ein äußerst widerliches Product, in den Handel. Meist werden bei seiner Bereitung zur Centrifugalmilch Pflanzen- und Thierfette zweifelhafter Herkunft zugesetzt, durch Lab zur Gerinnung gebracht und dann wie normaler Käse behandelt. Es wäre sehr zu bedauern, wenn dieses Product, das nur den Minderbemittelten schädigt, mehr zum Vertrieb käme.

Fünftes Capitel.

Vogeleier.

Von den Eiern werden fast durchwegs nur Vogeleier, insbesondere jene der Hühner verzehrt; selten Amphibien- und Fischeier; von letzteren der Caviar und Gangfischeier.

Das Ei besteht vorzugsweise aus Eiweißstoffen und Fett. In dem Dotter findet sich neben Nucleïn das Vitellin, ein dem Myosin verwandter Körper ferner Cholestearin, Fett, viel Lecithin und der gelbe Farbstoff, das Luteïn; im Eiweiß dagegen ist Eieralbumin enthalten. Die Asche des Gesammteies reagiert alkalisch und enthält reichlich Verbindungen der Phosphorsäure, die Asche des Eiweißes reagiert (wie das Eiweiß in frischem Zustande) stark alkalisch, die Asche des Dotters stark sauer durch freie Phosphorsäure, welche beim Verbrennen aus dem Lecithin gebildet wird. In noch erhöhterem Maße erhält man einen glasigen, sauren Rückstand, wenn man den Ätherauszug des Eidotters verbrennt.

Es enthalten 100 Theile:

	Dotter	Albumin	Ganzes Ei
Wasser	54·0	85·9	73·9
Feste Theile	46·0	14·1	26·1
Eiweiß	15·4	13·3	14·1
Fette	28·8	—	10·9
Asche	1·7	0·7	—

Im Ei treffen 37·6 Procent auf den Dotter, 62·4 Procent auf das Albumin. Die Eier sind wichtige und wertvolle Nahrungsmittel.

Die Eier werden ganz vorzüglich ausgenutzt; als mehrere Tage hindurch je 948 *g* gesottene Eier verzehrt wurden (= 21 Stück), betrug der Verlust:

	Procent
an Trockensubstanz	5·2
an Stickstoff	2·9
an Fett	5·0
an Asche	18·4

Es werden also sowohl das Eiweiß wie das Eierfett ganz vorzüglich zur Resorption gebracht. Namentlich hinsichtlich des Eiweißes kann man sagen, dass eine bessere Ausnutzung nicht mehr möglich erscheint; es ist daher auch die immer wieder colportierte Angabe über die „gute Verdaulichkeit“ besonders roher oder weicher Eier für den Gesunden eine grundlose Behauptung.

Vielfach hegt man über den Nährwert der Eier ganz irrige Anschauungen; ein Ei enthält etwa so viel an Eiweiß und Fett, wie 40 *g* Fleisch oder etwa 150 cm^3 Milch.

Zur Conservierung der Eier verwahrt man sie an einem kühlen Orte; vielfach werden sie mit Leim, Mohnöl, Harz, Gummi, Wasserglas überzogen. Frische Eier sind mäßig durchsichtig, schlechte undurch-

sichtig; erstere sinken in einer 5- bis 10procentigen Kochsalzlösung zu Boden. Ihr specifisches Gewicht beträgt 1·0784 bis 1·0942 und soll täglich um 0·0017 bis 0·0018 abnehmen, woraus man ungefähr auf das Alter der Eier schließen kann. Das specifische Gewicht bestimmt man, indem eine Kochsalzlösung, in welcher das Ei schwimmt, so lange mit Wasser verdünnt wird, bis das Ei zu sinken beginnt. In diesem Momente nimmt man mit dem Aräometer das specifische Gewicht der Kochsalzlösung.

Als Eiconserven kommen trockenes Eigelb, getrocknetes Eiweiß oder deren Mischung in den Handel. Die Präparate werden durch Trocknen bei niederer Temperatur, z. B. an der Sonne, hergestellt, sind aber fast alle sehr langsam, mitunter unvollkommen im Wasser löslich. Der Dotter zersetzt sich, wie alle fetthaltigen Conserven, leicht. Meist werden Zusätze von Zucker u. dgl. gemacht.

Sechstes Capitel.

Vegetabilische Nahrungsmittel.

Cerealien.

Die Vegetabilien stellen bei allen Culturvölkern den wichtigsten Nahrungsvorrath, und überall sehen wir aus ihren Reihen die Hauptnahrungsmittel entnommen. Der Reis liefert in verschiedener Zubereitung dem Indier, Chinesen, Japaner die tägliche Kost; der Mais wird in Italien, der Türkei, in Amerika in ausgedehntem Maße angebaut und verzehrt. In den nördlicher gelegenen Ländern treten unter den Cerealien namentlich Weizen und Roggen in den Vordergrund. Auch in Deutschland werden die beiden der Hauptsache nach zur Volksernährung verwendet; es kommen jährlich bei uns 650 Millionen Centner zum Verkauf.

Die in den Vegetabilien enthaltenen Nahrungsstoffe unterscheiden sich von den in Animalien vorkommenden wesentlich durch die Kohlehydrate. Einen Überblick über die in den Cerealien zu Gebote stehenden Nahrungsstoffe gibt folgende Tabelle nach König:

	Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Stickstofffreie Extractivstoffe	Holzfaser	Asche	In der Trockensubstanz	
							Stickstoff	Kohlehydrate
	in Procenten							
Weizen . .	13·65	12·35	1·75	67·91	2·53	1·81	2·29	78·64
Roggen . .	15·06	11·52	1·79	67·81	2·01	1·81	2·17	79·81
Gerste . .	13·77	11·14	2·16	64·93	5·31	2·69	2·06	75·29
Hafer . .	12·37	10·41	5·23	57·78	11·19	3·02	1·90	65·93
Mais . .	13·12	9·85	4·62	68·41	2·49	1·51	1·81	78·74
Hirse . .	11·66	9·25	3·50	65·93	7·29	2·35	1·67	74·65
Reis . . .	13·11	7·85	0·88	76·52	0·63	1·01	1·45	88·01
Buchweizen	11·93	10·30	2·81	55·81	16·43	2.72	1·85	63·37

Die Unterschiede des chemischen Gehalts an verschiedenen Stellen des Getreidekorns erklären sich durch den eigenthümlichen anatomischen Bau desselben. Die Kenntnis des Baues des Getreidekorns ist für das Verständnis des Vermahlungsprocesses und zur Beurtheilung des Mehles bei der mikroskopischen Prüfung erforderlich. Es dürfte deshalb am Platze sein, die Histologie des Getreidekorns zu erörtern.

Bau der Getreidefrüchte.

Die reife Frucht der Getreidearten, eine einsamige, trockene Schließfrucht, eine sogenannte Karyopse, enthält innerhalb einer dünnen, zu-

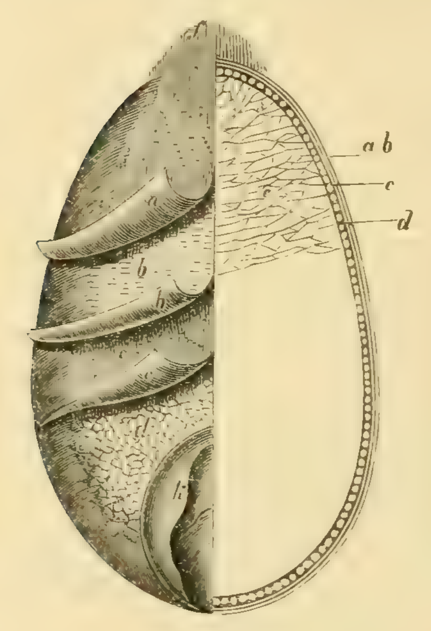


Fig. 183.

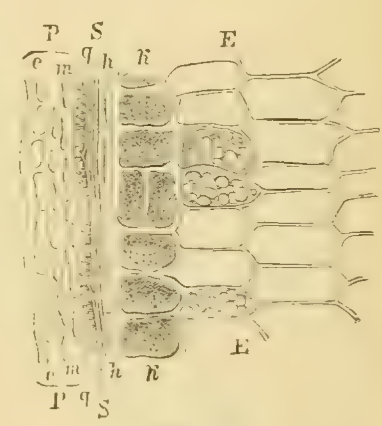


Fig. 184.

weilen noch von den Spelzen eingeschlossenen und mit der Samenhülle innig verwachsenen Fruchthaut einen Kern, welcher der Hauptmasse nach aus dem stärkemehlreicheren Eiweißkörper (Endosperm) besteht, an dessen Grunde der meist relativ kleine Keim (Embryo) sichtlich angefügt ist.

Die Betrachtung des Weizens mit freiem Auge genügt zur genauen Kenntnis desselben nicht; zu einem genauen Verständnis gelangt man, wenn man die einzelnen Bestandtheile des Getreidekorns der mikroskopischen Untersuchung unterzieht.

Fig. 183 zeigt die schematische Darstellung des vergrößerten Weizenkorns. *a* Epidermis, *b* Schicht Querzellen, *a* und *b* Fruchthaut; *c* Samenhaut, *d* Kleberzellen, *e* Stärkezellen, *f* Bärtchen, *k* Keim.

Den Bau der verschiedenen Getreidefrüchte im allgemeinen schildert Vogl folgendermaßen:

Die Fruchthaut, aus der veränderten Fruchtknotenwand hervorgegangen, besteht aus zusammengedrückten, zum großen Theil verholzten und inhaltsleeren, häufig in ihren Formelementen kaum mehr nachweisbaren Gewebsschichten. Wohl immer ist indes eine äußere Oberhaut (Epidermis) (Fig. 184 *e e*) aus tafelförmigen, längsgestreckten, zuweilen wellenförmig (bei Reis) oder buchtig begrenzten (bei Mais) Zellen, häufig mit eingestreuten Haaren, zuweilen mit einzelnen Spaltöffnungen deutlich zu erkennen. Unter ihr folgt ein Gewebe aus mehr oder weniger zusammengedrückten, langgestreckten, grobgetüpfelten Zellen, die Mittelschicht (*mm*); in vielen Fällen ist dieselbe so stark zusammengedrückt und geschwunden, dass sie nur schwierig durch Kochen in Ätzkalilösung als besondere Gewebsschicht isoliert werden kann, in manchen Fällen dagegen ist sie mächtig entwickelt und dann, wie beim Mais, aus dickwandigen Faserzellen zusammengesetzt. Auf sie folgt weiter einwärts bei manchen Früchten (Roggen, Weizen, Gerste, Reis) eine eigenthümliche, meist einfache Schicht aus quergestreckten Zellen (Querzellenschicht *q q*). Zuweilen (Roggen, Reis) wird dieselbe auf ihrer Innenfläche von langen, zum Theil miteinander seitlich verbundenen Schläuchen gekreuzt.

Womöglich noch mehr als die Fruchthaut ist die aus den umgewandelten Hüllen der Samenknospe hervorgegangene Samenhaut verändert. Am Durchschnitt erscheint sie häufig als gelbe und braunrothe Linie, oft ist sie gar nicht mehr als besondere Gewebsschicht nachweisbar, in anderen Fällen sind ihre Zellenschichten so stark zusammengedrückt, dass dieselben in einer einzigen Fläche zu liegen scheinen und die Umrisse der einzelnen Zellen nur mit Mühe erkannt werden können.

Unmittelbar auf die Samenhaut folgt zuweilen noch eine einfache Schicht aus zusammengefallenen, inhaltsleeren Zellen mit farblosen, quellenden Wänden, welche am Durchschnitt (*h h*) als zarter hyaliner Streifen erscheint. Sie stellt den Rest der Samenknospe dar.

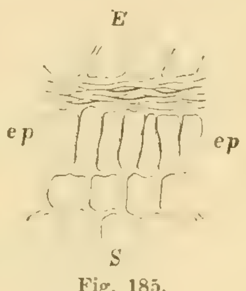


Fig. 185.

Das Sameneiweiß (Endosperm *E*) ist ein Gewebe aus großen, dünnwandigen, in der Peripherie häufig stark in radialer Richtung gedehnten, im Ganzen vielkantigen Zellen, welche dicht mit Stärkekörnchen, häufig neben Resten des ursprünglichen protoplasmatischen Inhalts, gefüllt sind. Das Endosperm wird in seiner Peripherie von einer einfachen (Weizen und Roggen) oder mehrfachen Schicht (3 Reihen bei der Gerste) durch ihren Inhalt auffallender Zellen umgeben, welche farblose, in der Regel stark quellende Wände besitzen. Ihr Inhalt besteht aus kleinen, rundlichen oder etwas eckigen Körnchen, welche sich durch Jodlösung gelbbraun, durch Cochenilleauszug roth färben und wesentlich aus Eiweißsubstanzen (Kleber), häufig neben etwas Fett, bestehen. Erwärmt man dünne Schnitte in Wasser, so treten Öltröpfchen auf, beim Erwärmen in Kalilauge löst sich ein Theil mit gelber Farbe, während die Zellwände mächtig aufquellen und in zahlreiche Schichten zerfallen.

Von der Fläche gesehen, erscheinen diese Eiweiß führenden Zellen der äußersten Gewebsschicht des Endosperms, der sogenannten Kleberschicht (*k k*), meist sechseckig, am Querschnitt meist vieleckig, bald quadratisch, bald rechteckig mit radialer oder tangentialer Streckung.

Wesentlich vom Gewebe des Endosperms verschieden nach Form und Inhalt ist das Gewebe des Keims. Nach abwärts zeigt derselbe, von der Wurzelscheide umschlossen, eine Haupt- und meist einige Nebenwurzeln, nach aufwärts ein mehrblätteriges Haupt- und gewöhnlich noch einige Seitenknöspchen. Von seiner dem Eiweißkörper zugewendeten Seite erhebt sich ein im Ganzen schildförmiger Auswuchs, das Schildchen, welcher die Bestimmung hat, während der Keimung aus dem Sameneiweiß die daselbst angehäuften Nährstoffe aufzunehmen und den wachsenden Theilen des Keimlings zuzuführen. Das Schildchen besteht aus einem Parenchym vielkantiger, dünnwandiger Zellen. Auf seiner dem Endosperm zugewandten Fläche trägt eine einfache Schicht aus zartwandigen, aufrecht säulen- oder keulenförmigen Zellen (ein Epithelium) (Fig. 185) *ep ep*, welche gleich den Zellen des Schildparenchyms neben Fetttröpfchen und je einem Zellkern protoplasmatischen Inhalt führen. Zwischen diesem Schildchenepithel und den nächsten Stärkezellen des Endosperms *E* liegt eine Schicht aus zusammengefallenen farblosen Zellen. Das übrige Gewebe des Keims besteht wesentlich aus regelmäßig angeordneten, mit protoplasmatischem Inhalt gefüllten Zellen.

Die mikroskopische Untersuchung vegetabilischer Stoffe.

Die chemischen Methoden treten bei der Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genussmittel vielfach in den Hintergrund, während die mikroskopische Beobachtung zur Entdeckung der Verfälschung große Dienste leistet.

Die Objecte kommen meist als Pulver zur Beobachtung, doch lassen sich bisweilen Zupfpräparate und Schnittpräparate anfertigen, was von Wichtigkeit ist. Die Präparate werden mit Wasser angefeuchtet und zur Verjagung der Luftbläschen etwas erwärmt; nur wenn man Quellungserscheinungen von Stärke und Proteïnkörpern verhüten will, ebenso wenn man die Lösung von Zellinhalt, wie Zucker, Gerbsäure, Gummi, gewissen Farbstoffen, die Verschleimung von Membranen zu vermeiden bestrebt ist, wird Glycerin, eventuell auch Alkohol oder ein Öl als Zusatz angewendet.

Zur Aufhellung eignet sich außer Wasser namentlich Glycerin, bisweilen mit ersterem gemengt; für die Dauerpräparate findet Glyceringelatine (1 Theil Gelatine, 6 Theile Wasser, 7 Theile Glycerin und etwas Carbol) Anwendung. Gegen Kali- und Natronlösungen verhalten sich die Organe nicht indifferent, Zellmembranen quellen, verholztes Gewebe wird gelb, Stärke verkleistert, manche Eiweißstoffe werden gelöst, fettsaure Krystalle verseift.

Wesentlich wird die Erkenntnis der Objecte durch die Anwendung gewisser Reagentien erleichtert.

Der Zellstoff (Cellulose) färbt sich durch Chlorzinkjod blau; letzteres Reagens wird hergestellt, indem man Zink in Salzsäure löst, wobei Zink im Überschuss bleiben muss; sodann wird durch Glaswolle filtriert, Jodkalium und später metallisches Jod eingetragen. Die Cellulose färbt sich auch mit Jod in concentrierter Schwefelsäure blau.

Die verholzte Cellulose, Holzstoff, wird durch schwefelsaures Anilin goldgelb gefärbt (einer gesättigten Anilinsulfatlösung wird etwas Schwefelsäure zugesetzt).

Der Korkstoff nimmt bei der Zellstoffreaction eine gelbe Farbe an.

Stärke färbt sich durch Jod blau, die Eiweißkörper gelb.

Schädliche Beschaffenheit und Verderbnis des Getreides.

Nicht selten ist das Getreide schon während seines Wachsens und seiner Entwickelung auf dem Felde durch Pilze, welche die verderblichen Getreidekrankheiten, Rost, Brand, verursachen, gefährdet; beim Lagern des gedroschenen Getreides auf Schüttböden und in Magazinen befallen es Insecten und andere Thiere; bei mangelhafter Ventilation und großer Feuchtigkeit der Getreidespeicher wird es dumpfig, fault und verdirbt. Häufig ist es durch Samen gewisser Pflanzen, welche als Unkraut zwischen dem Getreide wachsen und beim Dreschen zugleich mit dem Getreidekorn ausgehülst werden, verunreinigt.

a) *Krankheiten des Getreides.*

Krankheiten des Getreides sind nicht selten; ihre Ursache sind durchwegs Schimmelpilze, welche häufig ausschließlich oder mit besonderer Vorliebe die Blütentheile oder selbst die bereits reifen oder geernteten Früchte aufsuchen und dieselben, indem sie sich auf ihre Unkosten ernähren, mehr oder weniger vollständig zerstören. Es sind dies der sogenannte Kornbrand (Schmierbrand, Kornfäule), der Spitzbrand und das Mutterkorn.

Der Pilz des Schmierbrandes, Tilletia Caries, welcher hauptsächlich den Weizen befällt (daher auch Weizenbrand genannt), dringt mit seinem Hyphen in das Innere des Fruchtknotens ein, dessen Gewebe er bis auf die äußersten Hüllen zerstört. Er bildet Sporen. Das Innere

eines Brandkorns ist anfangs eine weiche, schmierige, schwarze, nach Häringslake riechende Masse (Schmierbrand, Stinkbrand) und trocknet dann sammt der Schale des brandigen Körnchens zu schwarzbraunem Staube ein.

Die Sporen dieses Staubpilzes (Fig. 186 *a*) sind eiförmig, mit kleinen Stacheln und Borsten besetzt. Ihr Keimschlauch *b* entwickelt an seiner Spitze einen Wirtel von circa 10 Sporidien, deren je zwei durch ein Querband zu einem umgekehrten A verbunden sind. Diese Sporidien *c* fallen ab und treiben Keimschläuche und secundäre Sporidien *d*, welche wieder der Ausgangspunkt eines neuen Myceliums werden. Dieser Staub wirkt ansteckend, wenn er beim Herausfallen an den Hülsen gesunder Körper kleben bleibt. Die von den anhaftenden Pilzsporen durch Putzen gereinigten Körner sehen blass und rauh aus.

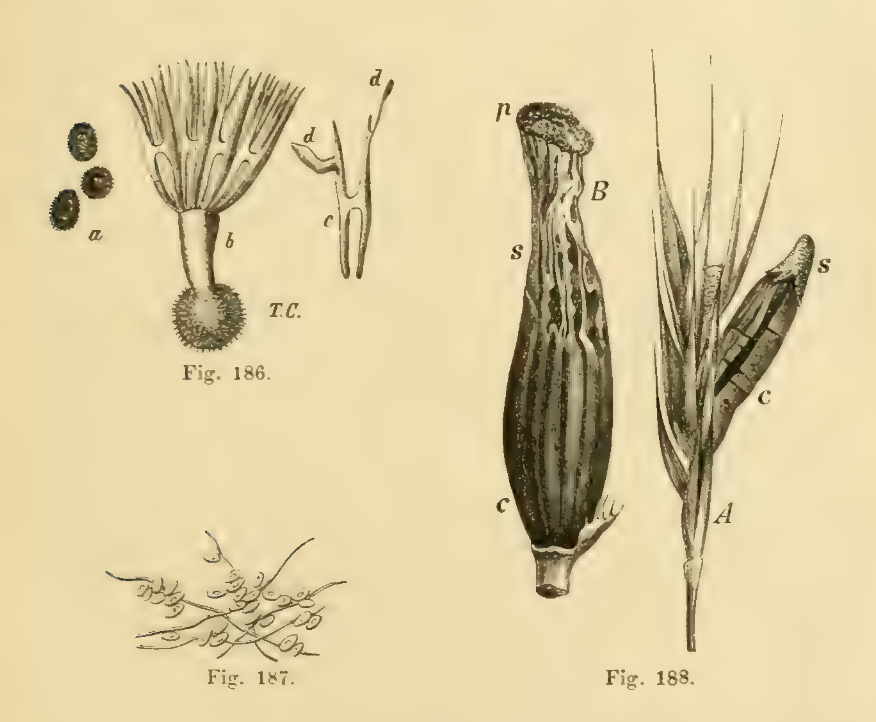


Fig. 186.

Fig. 187.

Fig. 188.

Ein anderer Pilz, Ustilago carbo, erzeugt den Flugbrand, eine Krankheit, die weniger den Weizen, häufiger Gerste und Hafer befällt. Dieser Pilz zerstört nicht blos frühzeitig den ganzen Fruchtknoten, sondern er greift auch mehr oder weniger die Spelzen an, so dass zuletzt statt der fruchttragenden Rispe oder Ähre kienrussähnliche Massen der Spindel aufsitzen, welche noch vor der Ernte größtentheils vom Winde vertragen werden (daher der Name Flug- oder Russbrand). Die Sporen des Flugbrandes besitzen eine weit geringere Größe (0·005 *mm*) als jene des Kornbrandes, sind braun gefärbt, zeigen einen deutlichen Kern und sind an der Oberfläche glatt. Neben den Sporen findet man auch Hyphen (Fäden zum Mycelium verflochten (Fig. 187).

Eine mit brandigem Korn reichlich versehene Frucht ist schwer verkäuflich, da daraus bereitetes Mehl und Brot missfarbig oder dunkel gefärbt ist und einen schlechten Geschmack zeigt.

Die in gesundheitlicher Beziehung wichtigste Pilzkrankheit des Getreides ist jene, die durch den Mutterkornpilz bedingt wird. An den Ähren mehrerer Grasarten, namentlich der des Roggens, entwickelt sich an Stelle einzelner Früchte sogenanntes Mutterkorn, eine Bildung, welche in ihrer Form einem Getreidekorn ähnelt, zur Reifezeit der Ähre ungefähr 1 Zoll lang, $1^1/_2$ Linien dick ist, von stumpf dreikantiger, gekrümmter, nach beiden Enden schmäler werdender Gestalt, mit drei Längsfurchen, äußerlich schwarzviolett, nach innen zu heller gefärbt (s. Fig. 188). Häufig ist das Mutterkorn schwach bereift und trägt an der Spitze ein schmutzig-weißes, haarig-flockiges Gewebe (das Mützchen, Sphacelia). Das Mutterkorn entsteht dadurch, dass zur Blütezeit der Ähre die in der Luft fliegenden Sporen (die staubähnlichen Samen) eines Pilzes, Claviceps purpurea Tulasne, auf die Narbe einzelner Blüten gelangen, hier keimen und ihre Sporenschläuche in das Innere des Fruchtknotens der Roggenblüte senden. Gleichzeitig mit dem weiteren Wachsthum des Roggenfruchtknotens entwickelt sich innerhalb desselben der Pilz, dessen Wachsthum das des Fruchtknotens rasch überholt. Der Mutterkornpilz muss verschiedene Entwickelungsstadien durchlaufen, bevor er die Form erreicht, in der er von neuem Sporen bilden, fructificieren kann. Das zweite Stadium seiner Entwickelung ist das eben beschriebene Mutterkorn, welches die Botaniker als ein unfruchtbares Fruchtlager des eigentlichen Pilzes bezeichnen. Legt man frisches Mutterkorn in feuchten Sand und betrachtet man es nach Verlauf einiger Wochen unter der Loupe, so bemerkt man die Entwickelung des eigentlichen Pilzes, kleiner, purpurrother Köpfchen, welche von einem Stiel getragen werden.

Durch Mutterkornbildung wird einerseits eine beträchtliche Anzahl von Früchten vernichtet, andererseits aber enthält das Mutterkorn Ergotin, eine Substanz, die giftige Wirkungen hervorruft. Der Genuss mutterkornhaltigen Brotes verursacht selten augenblicklich heftige Magendarmerscheinungen, meist geht die erste Verdauung gut von statten und die Wirkungen des Mutterkorns äußern sich erst nach drei- bis vierwöchentlichem Genuss in allgemeiner Schwäche, Kribbeln, Krämpfen, Delirien u. s. w. als sogenannte Kribbelkrankheit.

Gegenwärtig hat das Mutterkorn für das Entstehen einer Ergotinvergiftung gewiss nicht mehr die Bedeutung wie früher. Jetzt wird das Mutterkorn als gut bezahltes Arzneimittel sorgfältig ausgesucht und entfernt; wo ein Auslesen des Mutterkorns nicht stattfindet, gelangt es mittelst Putzmaschine in der Scheuer und in der Mühle nahezu vollständig aus dem Getreide.

b) Feinde des Getreides.

Die Larven zweier Käfer und eines Schmetterlings richten an dem reifen, bereits aufbewahrten Getreide die größten Verwüstungen an; die Larve des Getreide-Samenfressers, des Getreide-Samenstechers und der Kornmotte.

Der gefährlichste Gast der Kornspeicher ist der Getreide-Samenfresser, Sitophilus granarius, ein 3 bis 4 *mm* langer, etwa 1·5 *mm* breiter, schwarzer bis dunkelrothbrauner Rüsselkäfer, dessen Kopf sich zu einem dünnen, sanft gebogenen Rüssel verlängert, der unmittelbar vor den Augen die gekrümmten, gleich den Beinen rostbraunen Fühler trägt. Das Halsschild ist länger als breit, fein längsrunzlig, die am Ende abgerundeten Flügeldecken sind tief punktiert, gestreift. Die fußlose, gekrümmte Larve, als schwarzer Kornwurm bekannt, ist weiß mit braunem Kopfe; die Puppe schlank, weiß. Die Käfer stammen aus dem Orient, überwintern aber auch bei uns auf Kornböden, begatten sich im Frühjahr, worauf das befruchtete Weibchen in das Korn ein Loch bohrt und die Eier hineinlegt. Die Kornhaufen sollen vorzüglich an der Südseite angegriffen werden. Nach 10 bis 12 Tagen schlüpft die Larve aus, frisst nun den ganzen Inhalt des Korns auf, bloß die leeren Hülsen, in denen sie sich entpuppt, zurücklassend. Zehn Tage später verlässt der entwickelte Käfer die Puppe und greift nun selbst die Getreidefrucht an. Es erfolgt nun abermals Begattung und im September desselben Jahres erscheint die zweite Generation, die dann überwintert.

Weniger gefährlich als der Getreide-Samenfresser ist der Getreide-Samenstecher, Apion frumentarium, ein gleichfalls kleiner, höchstens 2 bis 3 *mm* langer Rüsselkäfer von gelbrother Farbe, mit birnförmigem Leib, langem dünnen Rüssel und geraden, ungebrochenen Fühlern. Das befruchtete Weibchen legt im März in je ein Korn ein Ei. Die ausbrechende Larve, der sogenannte rothe Kornwurm, zehrt bis in den Monat Juni an dem Mehlkörper, verpuppt sich dann, worauf vier Wochen später der entwickelte Käfer herausschlüpft.

Der sogenannte weiße Kornwurm ist die Raupe der Kornmotte, Tinea granella; letztere ist ein sehr kleiner, 5 *mm* langer, 13 *mm* breiter Schmetterling, mit silberweißen, dunkelbraun bis schwarz marmorierten Vorder- und glänzend weißgrauen Hinterflügeln. Die Motte fliegt abends und nachts vom Mai bis Mitte Juli auf Kornböden herum. Die Raupe misst ausgewachsen 9 *mm* in der Länge, ist beinfarben, sechzehnfüßig, besitzt einen hornigen, hellgrauen Kopf und ein ähnliches Rückenschild. Im September spinnt sie sich in hohlen, ausgefressenen Getreidekörnern oder in den Ritzen der Dielen und Balken ein Gehäuse von der Größe eines Roggenkorns, in welchem sie überwintert. Im März bis Mai des nächsten Jahres verwandelt sie sich in eine 5·5 *mm* lange, bräunlichgelbe Puppe mit borstigem Hinterleib. Nach zwei bis drei Wochen schlüpft der Schmetterling heraus.

Diese Insecten verzehren den Mehlkörper und verunreinigen den Rest des Getreides durch ihre Excremente. Der materielle Schaden kann ein sehr bedeutender werden. Um die Insecten zu vernichten, hat man hie und da das Besprengen der Fruchthaufen mit gelösten giftigen Substanzen (namentlich mit Kupfervitriol, Sublimat, arseniger Säure) angewendet. Ein solches Verfahren muss kategorisch verboten werden, da das aufgespritzte Gift eintrocknet, an den Körnern haften bleibt und mit in das Mehl und in die Speisen gelangt. Auch erfüllt es gar nicht seinen Zweck, da eben nur die vergifteten Körner von den Insecten gemieden werden. Besser ist das Einreiben der Dielen und das Belegen der Fruchthaufen mit stark riechenden Pflanzen (Sambucus, Mentha). Das beste Mittel ist aber fleißiges Umschaufeln der Fruchthaufen und Lüften des Speichers. Sehr vortheilhaft erweist sich deshalb gegen diese Insecten die Anwendung der Getreideputzmaschine. Haben sich einmal diese Insecten in größerer Menge angesiedelt, so bleibt oft nichts übrig, als die Körner einer höheren Temperatur (etwa 60 Procent) auszusetzen, um die Larven und Puppen zu tödten.

Noch wäre eines Getreideverderbers zu erwähnen, eines kleinen Thierchens aus der Ordnung der Fadenwürmer (Nematoden), des Weizenälchens, Anguillula tritici, welches eine eigenthümliche Erkrankung des Getreidekorns, die unter dem Namen „Gichtig- oder Radigwerden“ des Weizens bekannt geworden ist, hervorruft. Das kranke Korn ist missgestaltet, oft ganz unregelmäßig, theilweise von schwarzbrauner Farbe, eingeschrumpft, runzelig; die dicke und harte

Schale umschließt statt Mehl eine gelblichweiße Masse von faserig-staubiger Beschaffenheit, welche, mit Wasser befeuchtet, unter dem Mikroskope kleine, etwa 0·86 *mm* lange, 0·006 *mm* dicke, fadenförmige, nach beiden Enden schwach verschmälerte Thierchen wahrnehmen lässt, welche nach kurzer Zeit mehr oder weniger lebhafte Bewegungen ausführen.

Die Weizenälchen sind die geschlechtslosen, unentwickelten Formen, gleichsam die Larven der geschlechtsreifen, entwickelten Thiere. Wird das radig gewordene Korn ausgesät, so werden die Weizenälchen nach Zerstörung der Fruchthülle infolge der Fäulnis im feuchten Boden frei, begeben sich auf die jungen Weizenpflanzen, wo sie sich zwischen den Blattscheiden aufhalten, und gelangen schließlich in die Blütenstände. Hier dringen sie in die jungen, noch weichen Fruchtknoten ein, werden dann geschlechtsreif, begatten sich und sterben nach dem Eierlegen ab. Aus den Eiern entwickeln sich in der auswachsenden Frucht die oben beschriebenen geschlechtslosen Larven.

Bemerkenswert ist die große Lebenszähigkeit dieser Thierchen; sie vertragen eine Temperatur von über 52° C. und andererseits den stärksten Frost, ohne getödtet zu werden; ebenso können sie eingetrocknet jahrelang ihre Lebensfähigkeit bewahren, durch Befeuchtung und einige Wärme erwachen sie dann zu neuem Leben.

Der Genuss radigen Korns ist zwar, so weit darüber die Erfahrungen reichen, weder dem Menschen noch den Thieren gesundheitsschädlich; gewiss ist aber, dass nicht Jeder mit Lust ein Mehl genießen wird, das Fadenwürmer enthält.

c) *Verunreinigungen des Getreides.*

Außer Staub, Sand, Spreu, Stroh finden sich als Verunreinigungen im Getreide verschiedene Unkrautsamen, unter welchen manche erwiesenermaßen gesundheitsschädlich sind, insbesondere die Samen von Lolium temulentum (Taumellolch) und von Agrostemma Githago. Die Loliumsamen sind dem Hafer ähnlich, aber grau, dabei etwas schmäler und spitziger. Sie enthalten ein scharf narkotisches Gift, dessen Natur noch nicht untersucht ist

Unter Kornrade versteht man die rundlich nierenförmigen, an der Oberfläche rauhen, schwarzen oder dunkelbraunen, seltener orangegelben oder braunrothen Samen von Agrostemma Githago. Diese Samen enthalten ein schon in kleiner Menge heftig wirkendes Gift, Githagin genannt, ein Körper, der in chemischer Beziehung dem Saponin sich ähnlich verhält.

Die übrigen im Getreide vorkommenden fremden Samen sind insofern von Bedeutung, als sie das aus dem Mehle von solchem Getreide bereitete Gebäck in Farbe und Geschmack nachtheilig verändern. Erbsen färben das Mehl und Brot gelb und machen es minder schmackhaft; Wicken machen das Mehl dunkel und für Gebäck wenig geeignet; Rodel färbt es blau, desgleichen der Wachtelweizen (Melampyrum arvena), letzterer gibt dem Mehle auch einen bitteren Geschmack.

In jüngster Zeit kommt nicht selten im Handel Weizen, der mit Rüböl eingeölt worden ist, vor, um ihn zu höheren Preisen verkäuflich zu machen. Beim Weizen steigt der Preis der Gewichtseinheit mit dem größeren specifischen Gewicht des Korns. Durch das Einölen erhält der Weizen ein scheinbar größeres specifisches Gewicht. Die eingeölten Körner sind nämlich glatt, legen sich dicht aneinander, wodurch das Gewicht eines mit solchem Weizen gefüllten Messgefäßes größer ausfällt, als wenn es mit ungeölten Körnern gefüllt wird, weil im ersteren Fall mehr, im zweiten weniger Körner darin Platz finden.

Zur Unterscheidung des geölten vom nicht geölten Weizen, welche sehr schwierig ist, schüttelt man in einem völlig reinen und trockenen Gläschen den zu untersuchenden Weizen mit einer kleinen Menge des zum Bedrucken der Etiketten u. s. w. angewendeten feinst gemahlenen Bronzepulvers. Darauf schüttet man auf trockenes Filtrierpapier den Weizen aus und reibt denselben damit. Im Falle derselbe geölt ist, vergoldet er sich dabei schön; im entgegengesetzten Falle reibt sich das Bronzepulver wieder ab.

d) *Aufbewahrung des Getreides.*

Getreide muss möglichst luftig und trocken aufbewahrt werden. Das Feuchtwerden bedingt schädliche Veränderungen des Getreides, von denen das Auswachsen (Keimen) und die Fäulnis die belangreichsten sind.

Beim Keimen wird das Amylum zum Theil in Cellulose umgewandelt. Durch Trocknen, Lüften kann man den begonnenen Keimungsprocess unterbrechen. Solches Getreide, soll es noch zu Nährzwecken des Menschen dienen, muss vollständig getrocknet und in der Mühle gekoppt werden, d. h. durch eine grobe Vermahlung von Keimen und Würzelchen befreit werden.

Fäulnis des Getreides wird ebenfalls durch übermäßige Feuchtigkeit, Wärme und mangelhaften Luftzutritt verursacht. Das Getreide zeigt einen widerlichen, dumpfigen Geruch, die Körner schwellen theilweise an, der Mehlkörper wird missfarbig. Nur beim leichtesten Grade dieser Verderbnis, dem einfachen Dumpfigwerden, kann das Getreide nach gehöriger Lüftung und Trocknung noch zur Nahrung für Menschen benutzt werden, alle höheren Grade der Fäulnis gestatten im günstigsten Falle nur seine Verwendung als Viehfutter.

Das Getreide lässt sich auf Schüttböden, wenn diese luftig, trocken, kühl sind, sowie auch in sogenannten Silos (tiefe, in die Erde gegrabene oder in Felsen gehauene, auch gemauerte oder metallene Behälter) lange Zeit ohne Veränderung aufbewahren.

Herstellung des Mehles.

Weizen und Korn, wie sie als Mahlgut in die Mühle kommen, bestehen nicht lediglich aus lauter reinen und gesunden Getreidekörnern, sondern enthalten verschiedenartige Beimengungen. Insbesondere kommt das Getreide mit wechselnden Mengen von Erde, Steinchen, Spelz, Stroh, Stengelresten, Eisentheilchen, fremden Samen, halb und ganz faulen Körnern, Sporen, Mycelien, Insecten, deren Eiern und Excrementen, mit Mäusekoth u. s. w. mehr oder weniger behaftet in die Mühle.

Durch die Einrichtungen, welche die modernen Mühlen besitzen, werden aber nahezu alle dem Getreide anhaftenden Unzugehörigkeiten weggebracht. Die erstaunlich großen Staubmassen, welche gut eingerichtete Mühlen mit ihren Maschinen abscheiden, lehren am besten, wie viel Schmutz im Getreide des Handels vorkommt und wie verunreinigt das Mehl jener Mühlen, die noch nach dem alten System arbeiten und das Getreide mit allen oder den meisten Beimengungen vermahlen, sein muss.

Die Reinigung des Getreides wird mit Hilfe der sogenannten Getreidereinigungsmaschinen vorgenommen. Gewöhnlich gliedert man die Getreidemaschinen in drei Gruppen:

Die sogenannten „Koppcylinder für schwarzen Staub“, deren vier Abtheilungen mit Sieben versehen sind, entfernen Staub, Erdetheilchen, Brandsporen u. s. w., wie auch Steine, Stroh, Eisentheilchen u. s. w. Hierbei fällt durch die ersten zwei Abtheilungen Staub und Erde, durch die zwei letzteren der Weizen und das Korn.

Eine zweite Gruppe von Maschinen beseitigt hauptsächlich Spreu, Stroh, Stengelreste, taube Körner und dergleichen, indem ein Ventilator

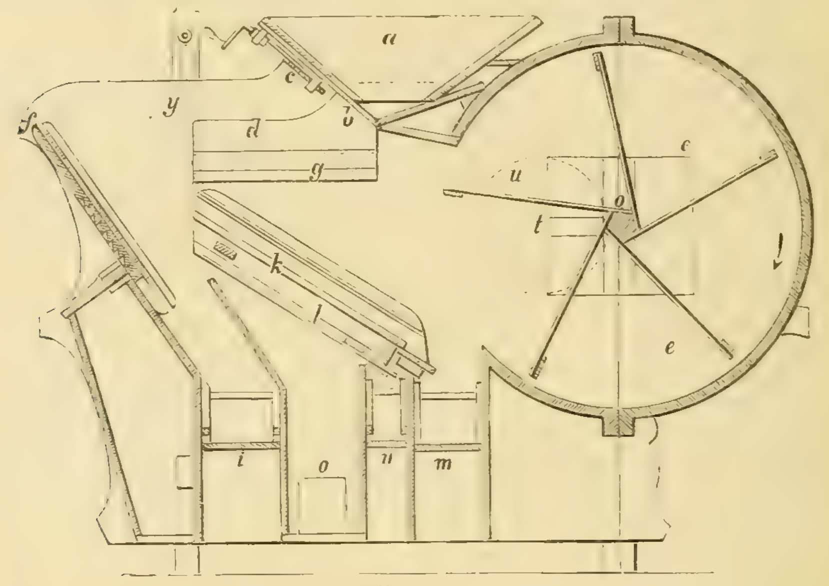


Fig. 189.

einen Strom Luft auf das durch die Siebe fallende Getreide bläst; die leichteren Partikelchen fliegen weg, während die gesunden, schweren Getreidekörner auf ein zweites Sieb fallen und daselbst nach ihrer Größe sortiert werden.

Eine solche Maschine stellt die Fig. 189 dar. Das Getreide wird in die Gosse *a* gegeben, fällt bei *b* auf das Sieb *d* und von da auf das Sieb *g*. Durch diese Siebe, welche in rüttelnde Bewegung gesetzt werden, werden größere und kleinere Stein- und Eisenstückchen und verschiedene andere Verunreinigungen zurückgehalten. Von *g* fällt das Getreide auf das Sieb *k*, über welches die größten und vollen Körner herabrollen und nach *m* gelangen, während die kleinsten Körner und kleines Unkrautgesäme durch *l* nach *o* fallen. Während des Fallens der Körner von *g* nach *k* werden sie von einem kräftigen Luftstrom des Ventilators *e* getroffen, wodurch die Spreu, der Kaff, der an den Körnern hängende Staub und die tauben Körner gegen die Wand *f* getrieben werden und nach *i* gelangen.

Eine dritte Gruppe von Maschinen entfernt alle Unkrautsamen und das sonstige Gesäme von kugeliger Form. Die überwiegende Mehrzahl der das Getreide verunreinigenden Gesäme besitzt die Kugelform, und diese Gestalt gestattet die erfolgreiche Anwendung mechanischer Mittel zur Entfernung des kugeligen Samen aus dem Getreide. Am häufigsten kommt der sogenannte Trieur, auch Ausleser, Radefänger genannt, zur Anwendung, welcher aus dem Getreide nahezu gänzlich die in demselben vorkommenden Kornraden (Agrostemmasamen), dann die Erbsen, Wicken und dergleichen Unkrautkörner entfernt (Fig. 190).

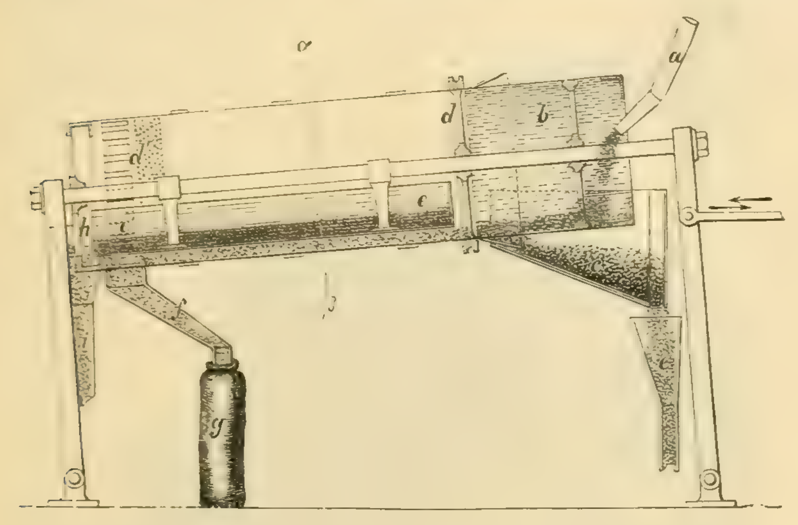


Fig. 190.

Das Getreide fällt durch ein Rohr *a* in den Cylinder, *b* ist der erste Theil des Cylinders, das Sieb, durch welches die kleinen Verunreinigungen nach *c* gelangen; *d* und d^1 ist der zweite Theil des Cylinders, der mit Grübchen versehen ist, in welchem die kugeligen Unkrautsamen und sonstige Gesäme von kugeliger Form aus dem Getreide liegen bleiben. Die Unkrautsamen gelangen aus dem Cylinder zuerst in die Schale oder Mulde e^1 *e* und dann nach *h* und *i*, während das Getreide nach *f* und *g* gelangt. Magnete beseitigen das Eisen.

Trotz der Reinigung haften aber noch auf der Hülle der Getreidekörner verschiedene Staubtheilchen, die sich nur dann beseitigen lassen, wenn die Flächen der Körner geputzt werden. Auch sollen die Getreidekörner die Frucht- und Samenhaut abstreifen, weil diese Hülsensubstanzen zur Ernährung nichts beitragen. Durch die Entfernung der Schale, durch das Schälen, wird auch der auf der Hülse haftende Staub entfernt.

Putz- und Schälmaschinen sind verschieden construiert. Manche derselben wirken wie die Reibeisen, wie Schmirgelpapier oder wie die Sägen, andere durch rauhe, scharfe Steine, welche die Hülse abreiben, wieder andere mittelst Bürsten aus feinem Metalldraht oder aus starken

Schweinsborsten; am meisten aber werden Schälmaschinen mit cannelierten Arbeitstheilen angewendet (Nowak).

Die alten Flach- und Beutelmühlen (Fig. 191) vermahlen das Getreide möglichst vollständig in einem Mahlgange.

Die Hauptbestandtheile eines solchen Mahlganges sind zwei cylindrische, breite Mühlsteine *A B*, deren einer, der sogenannte Bodenstein *B*, auf einem Holzgerüst festsitzt; der andere, der Läufer, wird getragen von dem Mühleisen *C*, das durch das Zahnrad *f* getrieben wird. Durch Hebung des Balkens *d* kann man die Mühlsteine sich nähern oder voneinander entfernen. Bei *a* wird durch einen selbstthätigen Mechanismus das Korn aufgeschüttet, durch den Rührnagel *K* gemischt; das gemahlene Korn gelangt

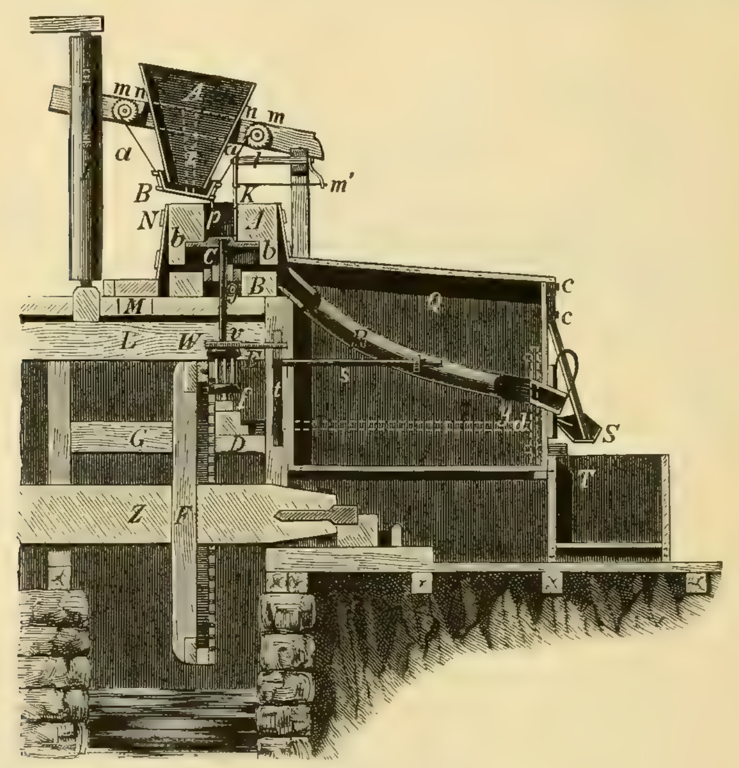


Fig. 191.

dann in den Mehlbeutel *R*. Letzterer wird durch eine gabelförmige Stange *s* automatisch geklopft. Das Mehl fällt in den Mehlkasten *Q*, die Kleie in das Sieb *S*, wo sie nochmals von anhaftendem Mehl befreit werden kann.

Bei einer solchen Einrichtung wird aber das ganze Korn zerrieben und alle diese Theile gelangen zusammen in das Mahlgut, welches ein Gemenge von Stärke und Bruchstücken der Stärke-, Kleber-, Samen- und Fruchthautzellen und endlich von größeren Stücken darstellt.

Je gewaltsamer die Einwirkung bei der Vermahlung war, desto feiner wird die Schale zertheilt und es entstehen Schalensplitterchen von derselben Kleinheit, wie sie die Mehltheilchen besitzen; sie gelangen daher auch ins Mehl. Die weiße Farbe geht ins Graue über. Die

Flachmüllerei liefert stark kleiehaltiges Mehl. Wesentlich andere Resultate erzielt die Hochmüllerei.

Dieses zuerst in der Wiener Gegend einheimische Mahlverfahren liefert die schönsten und weißesten Mehle und die feineren Mehlsorten in verhältnismäßig größerer Quantität.

Die Hochmüllerei benutzt als Mühlgänge theils Steingänge, theils Walzenstuhlungen mit Ventilation. Letztere bieten sehr viele Vortheile. Beim Mahlen ohne Ventilation kann die Temperatur so hoch steigen, dass ein Theil der Stärke in Dextrin, Zucker und organische Säuren umgewandelt und innerhalb des Mahlganges Wasserdampf gebildet wird. Man hat diesen Übelstand durch ein Aspirationssystem, welches so viel Luft durch den Mahlgang hindurchsaugt, dass eine genügende Abkühlung und Austrocknung der Luft stattfindet, zu beseitigen gelernt.

Mit noch größerem Vortheil als die erwähnten Mahlgänge arbeiten die in neuester Zeit zur Einführung gelangten Walzenstuhlungen, bei welchen das Getreide nach geschehener Reinigung durch ein System von Walzen aus Eisen läuft.

Durch die Kunst- oder Hochmüllerei ist man im Stande, 50 Procent an Vordermehlen und 20 Procent von den feinsten Mehlen (Auszugmehlen) zu erzeugen. Es werden an zehn verschiedene Mehlsorten bei der Vermahlung gewonnen. Der mühsame und complicierte Process der Hochmüllerei bezweckt die möglichst vollständige Scheidung der Schalentheilchen von dem Innern des Korns zur Herstellung einer möglichst großen Quantität hochfeiner, weißer, möglichst kleienfreier Mehle.

Trotz der großen Erfolge, welche die Hochmüllerei errungen hat, fehlt es nicht an Vorurtheilen, welche diesem Mahlverfahren entgegen gebracht werden. Hauptsächlich wird eingewendet, dass das durch Hochmüllerei hergestellte Mehl einen geringeren Nährwert habe, als das nach der alten Methode erzeugte, weil der Klebergehalt im ersteren geringer sei als im letzteren. Der Klebergehalt beträgt nach den Analysen von Dempwolf im Auszugmehl 11·7 Procent, im Semmelmehl 13·3 Procent, im Brotmehl 15·4 Procent, Schwarzmehl 14·9 Procent, und in der Kleie 14·3 Procent.

Benennung	Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Stickstofffreie Stoffe *)	Holzfaser	Asche	Trockensubstanz Stickstoff	Trockensubstanz Kohlehydrate
	in Procenten							
Feinst. Weizenmehl**)	13·34	10·18	0·94	74·75	0·31	0·48	1·88	86·82
Gröberes " **)	12·65	11·82	1·36	72·23	0·98	0·96	2·16	82·69
Mehl aus ganz. Korn**)	14·5	10.87	4·80	70·50	1·17	1·20	2·04	82·37
Weizengries	12·52	10·43	0·38	75·95	0·22	0·50	1·90	86·82
Graupen	12·82	7·25	1·15	76·19	1·36	1·23	1·33	87·39
Roggenmehl	13·71	11·52	2·08	69·66	1·59	1·44	2·14	80·73
Gerstenmehl	14·83	10·89	1·48	71·74	0·47	0·59	2·05	84·23
Hafermehl	10·07	14·66	5·91	64·73	2·39	2·24	2·61	71·98
Buchweizenmehl . .	14·27	9·28	1·89	72·46	0·89	1·21	1·73	84·52
Maismehl	10·00	14·00	3·80	67·62	3·06	1·62	2·49	—
Reismehl	14·41	6·94	0·51	77·61	0·08	0·45	—	—

*) Kohlehydrate.

**) Nach einer Analyse des Verfassers.

Es entscheidet über den Wert des Mehles aber nicht die chemische Analyse, sondern einzig und allein die Ausnutzungsfähigkeit (s. bei Brot).

Die Zusammensetzung der verschiedenen Mehle ist aus vorhergehender Tabelle zu ersehen.

Aufbewahrung des Mehles.

Mehl ist lange Zeit in trockenen, luftigen Räumen haltbar. Künstliches Trocknen des Mehles (mittelst Malzdarre) hat öligen, ranzigen Geschmack des Mehles zur Folge. Trockenes Mehl leidet weniger durch Insecten.

In feuchten Mehlen findet man häufig eine Milbenart (Acarus farinae), ein winziges Thierchen aus der Classe der Spinnen, mit langgestreckt-eiförmigem Leib, am Rücken mit langen Borsten versehen und mit vier röthlichen Beinpaaren (Fig. 192). Ein milbiges Mehl schmeckt bitter; ob es gesundheitsschädlich ist, wissen wir nicht. Außer Mehlmilben kommen im lagernden Mehl noch vor: der Mehlkäfer, die Schaben und der Zuckergast. Am häufigsten trifft man den Mehlkäfer (Tenebrio molitor), der braun bis pechschwarz ist, 14 bis 18 *mm* lang, elfgliedrige schnurförmige Fühler und flachgewölbte, gestreift-punktierte Flügeldecken zeigt. Die als Mehlwurm bekannte Larve besitzt sechs Beine Die Küchenschaben und der Zuckergast gehören zur Ordnung der Geradflügler. Alle diese Insecten sind lichtscheue, nur an dunklen Orten sich aufhaltende Thiere. Die besten Schutzmittel sind große Reinlichkeit, guter Verschluss bei fleißiger Lüftung.

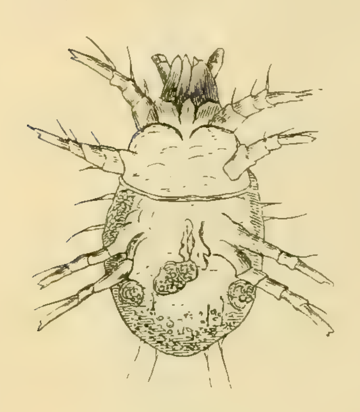


Fig. 192.

Wenn auf Mehl Feuchtigkeit und Wärme ungehindert einwirken, zersetzt es sich leicht. Es ändert die Farbe, Consistenz, Geruch und Geschmack. Der Geruch wird dumpfig, der Geschmack ranzig, die Farbe grau; es bilden sich Schimmelpilze anfangs auf der Oberfläche, später auch in der Tiefe, und das Mehl verwandelt sich in eine äußerst übelriechende, widrig bitter schmeckende, schmierige, bräunliche oder grünliche Masse. Schon ein geringes Dumpfigsein macht sich durch den Geschmack des daraus bereiteten Gebäckes fühlbar. Ein höherer Grad von Verderbnis macht das Mehl gänzlich unbrauchbar.

Fälschung des Mehles.

Im Mehl des Handels sollen nur solche Bestandtheile, welche die Getreidefrucht zusammensetzen, enthalten sein.

Als Fälschung beobachtet man den Zusatz von mineralischen Substanzen, namentlich Gyps, Schwerspat, Kreide, Alaun, von den vegetabi-

lischen hauptsächlich das Mehl der Unkrautsamen (sogenannter Ausreuter) oder Mehl billigerer Mehlsorten.

Eine andere Art der Mehlfälschung besteht in der Beimengung von Mehl aus sogenanntem ausgewachsenen (d. i. bereits keimenden) Getreide zu normalem Mehl. Es ist dies eine Fälschung, welche in Jahren mit regnerischem Sommer nicht selten vorkommt. Das Brot aus einem solchen Mehl geht nicht gut auf, wird speckig, ungenießbar.

Die Beimengungen sind theils solche, welche den Nährwert des Mehles herabsetzen und die Verdaulichkeit des Gebäckes vermindern (Gyps, Kreide, Alaun etc.), theils solche, welche den Geschmack, die Farbe des Brotes und die Backfähigkeit des Mehles nachtheilig ändern (ausgewachsenes Korn, Unkrautsamen, Ausreuter der Mühlen), endlich auch solche, welche giftige, gesundheitsschädliche Wirkungen hervorrufen (Samen von Agrostemma Githago, Mutterkorn, Lolium).

Untersuchung des Mehles.

Die Prüfung des Mehles gehört unter Umständen zu den schwierigsten Aufgaben, da nicht nur das Mehl verschiedener Getreidearten unter sich verschieden ist, sondern auch die nämliche Getreideart Mehl verschiedener Qualität liefern kann. Es hängt das namentlich von dem Ackerboden ab, von dem Alter und insbesondere von der Art der Vermahlung. Die Bestimmung der einzelnen chemischen Bestandtheile des Mehles: Eiweiß, Fett, Stärke, Cellulose, Asche, kann nur unter gewissen Umständen, namentlich bei einer Untersuchung von Mehl, das der Verfälschung verdächtig ist und das nicht in anderer Weise untersucht worden, nützlich sein; in der Regel aber hat eine solche Analyse relativ einen geringen Wert.

In hygienischer Beziehung handelt es sich meist darum, ob das fragliche Mehl unverdorben, backfähig, unverfälscht ist und keinerlei gesundheistnachtheilige Eigenschaften aufweist. Mit Rücksicht auf diese Bedürfnisse des hygienischen Standpunktes mögen nachfolgende Methoden angeführt sein:

Prüfung auf Verderbnis des Mehles.

Anhaltspunkte, ob ein Mehl verdorben ist, kann man durch Bestimmung der löslichen Substanzen desselben erhalten. Gesundes Mehl enthält etwa 5 Procent in Wasser lösliche Theile; im verdorbenen, beim Mahlen überhitzten oder aus gekeimtem Getreide stammenden oder bei der Aufbewahrung feucht gewordenen Getreide findet man größere Mengen (bis 18 Procent) löslicher Substanzen.

Die Untersuchung auf die löslichen Bestandtheile kann zweckmäßigerweise mit der Untersuchung auf dieHülsenmenge (Kleienmenge) combiniert werden. Einen auffällig großen Hülsengehalt findet man nicht selten bei billigen Sorten von Roggenmehl, weil durch Entnahme eines Theiles des feinen, weißen Mehles der Kleiengehalt relativ ein größerer wird.

Die Untersuchung auf die löslichen Bestandtheile und auf die Hülsensubstanz wird in folgender Weise ausgeführt: Sämmtliche löslich**e** Substanzen werden durch vollständige Extraction des Mehles mit Wasser und Wiegen des filtrierten Wasserauszuges bestimmt. Will man die Natur und das Mischungsverhältnis der löslichen Bestandtheile kennen, so wird der wässerige Auszug gekocht, wodurch das lösliche Eiweiß coaguliert wird. Dieses wird auf einem Filter gesammelt, gewaschen und gewogen. Durch Eindampfen der von dem Eiweiß abfiltrierten Flüssigkeit erhält man die Gesammtmenge von Dextrin, Zucker und löslichen Salzen. Der die unlöslichen Mehlbestandtheile enthaltende Filterrückstand wird mit säurehaltigem Alkohol digeriert und dann mit verdünnter Schwefelsäure gekocht. Hierdurch wird das Stärkemehl aufgelöst und die Hülsen bleiben zurück; diese werden ausgewaschen und nach dem Trocknen gewogen. Der Gehalt an Stärke wird aus dem Verlust gefunden.

Prüfung auf die Backfähigkeit des Mehles.

Es kann Mehl dem Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung, ja selbst der chemischen Analyse nach als tadellos erscheinen und doch für die Verwendung mit Fehlern behaftet sein. Ein solcher Fehler ist das „Fließen, Laufen“ des aus dem Mehle hergestellten Teiges. Es findet sich bei Weizenmehl aus brandigem Weizen oder aus solchem, welcher mit Allium (wildem Knoblauch) verunreinigt war, oder auf einem Felde wuchs, welches stark mit Schafdünger gemistet wurde; endlich auch bei Weizenmehl, dem Gerstenmehl beigemengt wurde.

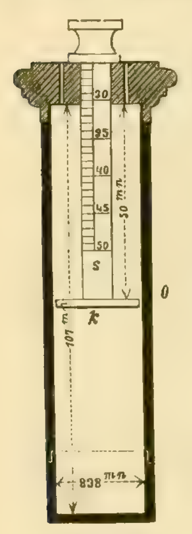


Fig. 193.

Die Qualität und Verwendbarkeit eines sonst guten Mehles wird weiter durch die bei unzweckmäßiger Aufbewahrung sich einstellenden Vorgänge in der nachtheiligsten Weise alteriert. Dem Kleber zunächst kommt die Eigenschaft des Getreidemehles zu, mit Wasser einen zusammenhängenden, zähen Teig zu bilden. Diese Eigenschaft aber büsst der Kleber bei der Verderbnis des Mehles leicht ein.

Zur genaueren Prüfung der Güte des Klebers verwendet man die Boland'sche Mehlprobe. Bei ihr wird die erörterte Kleberabscheidung in Verbindung mit einer Backprobe in Boland's Aleurometer durchgeführt (Fig. 193).

70 Gramm Mehl werden in Teig verwandelt, aus welchem sich durch ein circa 45 Minuten erforderndes Auskneten 20 bis 25 *g* nassen Klebers abscheiden lassen. Hiervon werden 15 *g* abgewogen, in Form eines kleinen Cylinders gebracht und nach dem Einrollen in feines Stärkepulver in den Backcylinder des Apparates gegeben. Die obenstehende Figur zeigt diesen Cylinder in verkleinertem Maßstabe und man ersieht, dass ein kleiner Kolben *k* an der Stange *s* in dem Cylinder leicht beweglich ist. Wenn der Cylinder in ein auf 150° C. erhitztes Ölbad gebracht wird, entweichen die aus dem Kleber entströmenden Wasserdämpfe durch die im Deckel angebrachten Löcher, der Kleber aber drückt den Kolben nach oben. Nach circa zwei- bis dreistündiger Erhitzung ist der Kleber vollkommen getrocknet und der Kolben wird eine bestimmte Stellung einnehmen, so dass die getheilte Stange *s* bis zu einem gewissen Theilstriche sichtbar ist, nach welchem man dann die Steigkraft des Klebers bezeichnet. Die Anzeige des Aleurometers kann leicht um 2 bis 3° ungenau sein, da sie abhängig ist von der Art des Einfüllens des Klebers, von dem richtigen Temperaturgrade des Ölbades u. dgl. Man hat den in Stärke eingehüllten Kleber in den Cylinder einzuschieben, durch Aufstoßen des letzteren in dem unteren Cylindertheil zu richtigem Anschlusse an die Wände zu bringen, und wenn der Kleber den Kolben zu heben beginnt, durch einmaliges schwaches Niederdrücken desselben

die Oberfläche des Klebers abzugleichen, um die Bildung von Spitzen, welche eine zu hohe Anzeige bedingen würden, zu hindern. Das Ölbad, in welches man den Aleurometer einsenkt, muss bereits auf eine Temperatur von 150° C. gebracht sein, bevor man den Backcylinder einsetzt.

Bestimmung des Wassergehalts und mineralischer Beimengungen.

Trockenes, aus der Mühle kommendes Getreide kann beim Aufbewahren in feuchten Räumen durch Wasseraufnahme um 5 bis 10 Procent an Gewicht zunehmen, da es hygroskopisch ist. Nicht selten benutzten Mehlhändler diese Eigenschaft in betrügerischer Absicht und lagern bezogenes Mehl in feuchte Locale, um an Gewicht zu gewinnen. Es ist durch eine große Reihe von Versuchen constatiert, dass der Wassergehalt normaler Mehle von 8 bis 18 Procent variiert. Es kann demnach erst ein über 18 Procent hinausgehender Wassergehalt als Beweis eines absichtlichen Wasserzusatzes gelten. Zur Bestimmung der Feuchtigkeit des Mehles trocknet man eine gewogene Menge desselben bei 100 bis 110° C. Der Gewichtsverlust entspricht dem Wassergehalt.

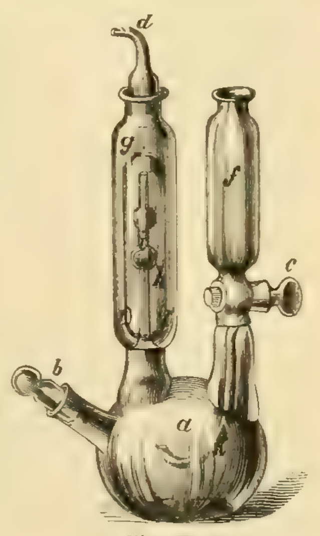


Fig. 194.

Erdige Beimengungen werden durch Einäscherung einer abgewogenen Mehlmenge bestimmt. Der bei der Einäscherung zurückbleibende Rückstand besteht außer den Aschebestandtheilen des Getreides, welche im normalen Mehle 1 bis 1½ Procent betragen, noch aus solchen Sandtheilen, welche entweder von ungenauer Reinigung des Getreides oder vom Steinstaub der Mühlsteine herrühren. Man wird also mit Hinzurechnung zufälliger erdiger Theile annehmen dürfen, dass ein Mehl, welches nicht mehr als 2 Procent unverbrennliche Bestandtheile enthält, normal sei.

In neuerer Zeit kommt im Handel häufig Getreidemehl vor, welches hauptsächlich mit Gyps, gepulvertem Quarz, Schwerspat, Thon, kohlensaurem Kalk und Alaun vermengt ist. Der Zusatz von Gyps ist bis zu einer Höhe von 30 Procent beobachtet worden, während Schwerspat manchmal zu 16 bis 20 Procent dem Mehle beigemischt wird.

Die beste Methode, derartige Zusätze zu erkennen, ist die Veraschung, welche man durch Zugabe von völlig reinem salpetersauren Ammoniak noch beschleunigen kann.

Bisweilen wird empfohlen, eine Portion des stark angefeuchteten Mehles mit Chloroform zu schütteln (5 *g* Mehl 40 cm^3 Chloroform). Das Mehl wird am besten dadurch angefeuchtet, dass man es in eine Schale bringt und darüber eine innen befeuchtete Glasglocke stürzt. Bleibt der Cylinder mit dem Chloroform und Mehl 24 Stunden stehen, so scheiden sich alle verunreinigenden schweren Partikelchen am Boden des Cylinders ab. Das Mehl sammelt sich, weil specifisch leichter als Chloroform, auf der Oberfläche des Chloroforms an, während die Verunreinigungen sich auf dem Boden des Schüttelgefäßes ansammeln.

Finden sich in der Asche des Mehles mehr als 3 Procent Asche oder noch mehr (16 bis 20) Procent, so kann man die einzelnen Verunreinigungen getrennt bestimmen.

Ist Gyps vorhanden, so wird derselbe durch eine wässerige Lösung, welche 20 Procent Salzsäure enthält, vollständig gelöst. Man untersucht diese Lösung quantitativ auf Kalk und Schwefelsäure.

Hat man in der Asche bedeutende Mengen von Schwefelsäure, Thonerde und Kali gefunden, so liegt der Verdacht vor, dass es sich um Kalialaun handelt.

Kreide in Mehl kann in der einfachsten Weise mittelst eines Kohlensäure-Apparats quantitativ bestimmt werden. Einer der besten Apparate für die Kohlensäurebestimmung ist der in der Fig. 194 dargestellte.

Durch Wegnahme des Stöpsels *b* wird eine bestimmte, gewogene Menge von Mehl in den Raum *a* gebracht. Die in dem innern Glascylinder *h* sichtbare Röhre *i* communiciert mit dem Gefäße *a* und durch zwei Öffnungen *e* am unteren Theil des Cylinders mit einem flaschenförmigen Gefäße *g*, in dessen Hals der in der Mitte durchbohrte Stöpsel *d* eingesetzt ist.

Die Bestimmung der Kohlensäure wird in der Weise durchgeführt, dass man in das Gefäß *g* so viel concentrierte reine Schwefelsäure eingießt, bis die unteren Öffnungen des Cylinders um 4 bis 6 *mm* überragen. Der Raum *f* wird mit verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure gefüllt, der gefüllte Apparat zuerst gewogen, dann der Hahn *c* so weit geöffnet, dass die verdünnte Salz- und Salpetersäure tropfenweise in das Gefäß *a* gelangt, in welchem die Zersetzung des kohlensauren Kalkes im Mehle vorgeht, wobei der Kalk durch die Säure gebunden wird, während die Kohlensäure durch die Röhre *i* nach *h* aufsteigt und durch die Schwefelsäure im Gefäß *g* von Wasser befreit wird. Sobald die Kohlensäureentwickelung aufhört, wird der Apparat wieder gewogen und der Gewichtsverlust bestimmt. Dadurch erfährt man die verflüchtigte Kohlensäure.

Wiederholt ist im Mehl Blei gefunden worden. Manche Müller pflegen nämlich Vertiefungen in der Mahlfläche der Mühlsteine mit Blei auszugießen. Beim Abreiben der Steine wird auch das Blei abgerieben, das in das Mehl gelangt und dieses gesundheitsgefährlich macht. Zum Nachweis des Bleies wird Mehl eingeäschert und in der Asche das Blei nach den analytischen Regeln bestimmt.

Fälschung des Mehles durch Beimengung billiger Mehlsorten.

Beimischungen anderer Mehle kommen nur beim Weizenmehl und da nur selten vor, weil das Beimischen anderer Mehle dem Consumenten bei Prüfung der Mehlwaren und bei der Verwendung des Mehles zu Speisen leicht erkennbar wird, und überdies Erbsen-, Linsen-, Bohnenmehl nicht viel billiger als Weizenmehl sind. Es ist aber nicht zu übersehen, dass die Trennung der Getreidesamen verschiedener Art sowohl auf der Dreschtenne wie auf dem Mühlsteine keine so sorgfältige zu sein pflegt, dass in einem Weizenmehl sich nicht einige wenige Roggen-Formelemente, im Roggenmehl einige Formelemente des Weizens, der Gerste und des Hafers auffinden lassen sollten. Wo eine Verfälschung oder Unterschiebung eines fremden Mehles zu constatieren ist, muss also auch auf die Zahl der fraglichen Formelemente Rücksicht genommen werden.

Man bedient sich bei der mikroskopischen Untersuchung des Mehles einer Vergrößerung von 300 bis 400.

In feinen Mehlen findet man die inneren Theile des Korns weitaus vorherrschend, und je ordinärer (dunkler gefärbt) die Mehle werden, umsomehr enthalten dieselben Theilchen der Schale. Das Vermahlen des Roggens geschieht nie so sorgfältig, wie das des Weizens; das Roggenmehl enthält aus dem Grunde größere Mengen der äußeren Umhüllung und zeigt ein dunkleres Aussehen.

Für die mikroskopische Untersuchung des Mehles sind die wichtigsten Formelemente die Stärkekörnchen. Bestehen die Stärkekörnchen des zu prüfenden Mehles aus einfachen, gerundeten Formen, so kann das Mehl aus Weizen, Roggen oder Gerste hergestellt sein.

Die Roggenstärkemehlkörnchen sind verschieden groß, oval, die größeren zeigen oft einen ein- bis viermal linear- oder kreuzförmig gestreiften Nabeldurchmesser (Fig. 195) von 0·036 bis 0·047 *mm*.

An den Weizenstärkemehlkörnchen ist der Nabel undeutlich und bei 200facher Vergrößerung als eine punktförmige Vertiefung zu erkennen. Sie sind von zweierlei

Größe, rund oder etwas länglichrund (Fig. 196). Der Durchmesser der großen Weizenstärkemehlkörnchen beträgt 0·030 bis 0·036 *mm*. Die kugeligen Kleienkörner messen höchstens 0·0088 *mm*. Das Roggenmehl ist mithin durch die bedeutendere Größe der Stärkekörner vom Weizen- und Gerstenmehl zu unterscheiden.

Gerstenstärkekörnchen (Fig. 197) sind meist weniger gerundet, zeigen schwache Längs- und Querrisse. Durchmesser der Großkörnchen 0·022 bis 0·028 *mm*. Vollkommen abweichend in Form und Größe verhalten sich dagegen die Stärkekörner der übrigen Getreidefrüchte und der Kartoffeln.

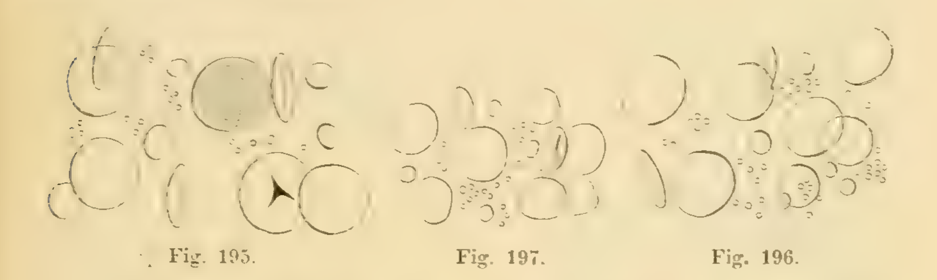


Fig. 195. Fig. 197. Fig. 196.

Kartoffelstärkemehlkörnchen sind von verschiedener Größe und von abgerundeter, meist Birnengestalt. Sie zeigen eine concentrische Schichtung und einen Kernpunkt *n*. Länge der Körnchen 0·06 bis 0·1 *mm* (Fig. 198).

Die Haferstärke (Fig. 199) besteht aus zusammengesetzten und einfachen Körnern. Erstere bilden kugelige oder eirunde, aus 2- bis 80kantigen oder theilweise gerundeten Theilkörnchen zusammengesetzte Gruppen von 0·018 bis 0·0440 *mm* Durchmesser. Die kaum 0·0044 *mm* messenden Theilkörnchen zeigen keine Kernhöhle. Die Einzelkörnchen von der Größe der Theilkörnchen sind gerundet, eirund, kugelig und tonnenförmig.

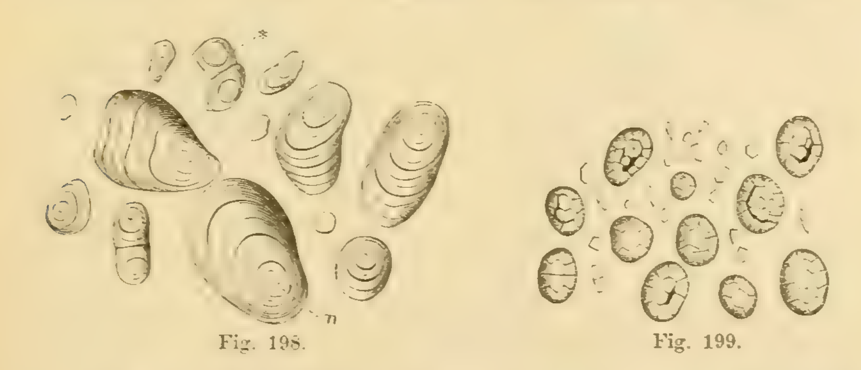


Fig. 198. Fig. 199.

Sehr ähnlich ist die Reisstärke (Fig. 200), welche gleichfalls aus zusammengesetzten und einfachen Körpern besteht. Doch sind die Theilkörnchen etwas größer (0·0066 *mm*), zum großen Theil regelmäßig vielkantig und häufig mit ansehnlicher Kernhöhle versehen. Auch die Einzelkörnchen sind vielkantig; rundliche Formen fehlen ganz.

Die Maisstärke (Fig. 201) besteht aus scharfkantig-vieleckigen, gerundet-kantigen oder rundlichen Einzelkörnern von 0·0122 bis 0·022 *mm* Durchmesser, welche meist eine sternförmige oder strahlige Kernhöhle, aber keine Schichtung zeigen.

Die Stärkemehlkörnchen der Hülsenfrüchte sind meist oval oder nierenförmig, wenige kugelig. Die meisten haben einen länglichen oder auch wohl sternförmigen Sprung oder Nabel (Fig. 202 *S*); für Hülsenfrüchte sind weiter noch die mit protoplasmatischem Inhalt gefüllten Zellen *A* aus dem Gewebe der Keimlappen charakteristisch.

Wie sich aus dem eben Erörterten ergibt, lässt sich das Weizen- und Roggenmehl von Mehl aus Hafer, Mais, Buchweizen etc. mit Hilfe des Mikroskops ziemlich markant unterscheiden, nicht so aber das Weizenmehl vom Roggenmehl, was um so bedauerlicher ist, als gerade hiefür eine einfache Probe, wie sie das Mikroskop gestatten

kann, von Wichtigkeit wäre, denn die Roggenbrotmehle werden nicht selten durch die minderen Sorten des Weizenmehls verfälscht.

Man hat deshalb nach weiteren Methoden geforscht, durch welche Roggenmehl vom Weizenmehl unterschieden werden kann. Ein wichtiges Merkmal für Roggenmehl im Gegensatz zu Weizenmehl ist, dass es von dunklerer Farbe ist, mit Wasser angerührt sich weniger bildsam und von eigenthümlichem Geruche und Geschmacke erweist und leicht in Buttersäuregährung geräth.

Nach Cailletet soll Roggenmehl in Weizenmehl auch auf folgende Weise sich leicht finden lassen: Das Mehl wird mit seinem doppelten Volum Äther geschüttelt, letzterer abfiltriert und in einer Porzellanschale verdunstet. Zu dem festen Rückstande setzt man für je 20 *g* Mehl, die man zum Versuche nahm, 1 cm^3 eines Gemisches, das aus 3 Volumen Salpetersäure von 1·35 specifischem Gewicht, 3 Volumen Wasser und 6 Volumen Schwefelsäure von 1·84 specifischem Gewicht besteht. Es färbt sich hierbei das fette, ausgezogene Öl des Weizens nur gelb, das des Roggens kirschroth, ein Gemenge beider rothgelb. Die Schärfe der Methode lässt viel zu wünschen übrig.

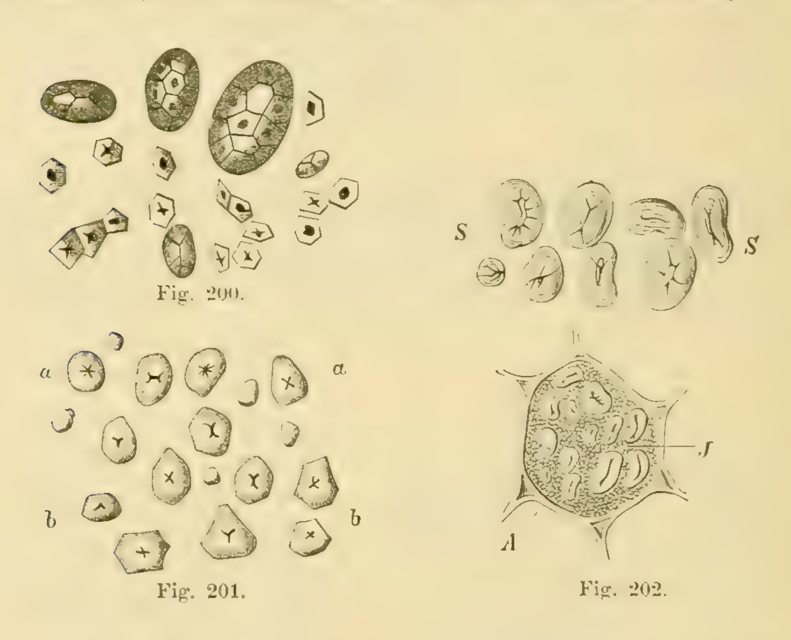


Fig. 200. Fig. 201. Fig. 202.

Durch die mikroskopische Untersuchung kann auch die Anwesenheit von Mehl aus ausgewachsenem Getreide erschlossen werden. In den keimenden Früchten wird das Stärkemehl verändert, aufgelöst. Die Stärkekörner zeigen mehr oder weniger auffallende Veränderungen ihrer Form und Structur, zahlreiche Lücken, Löcher und canalartige, dem Verlaufe der Schichten folgende, zum Theil auch verzweigte, mit Luft erfüllte Räume sind wahrzunehmen; viele Körner sind ganz geschrumpft, collabirt, von unregelmäßiger Form etc. Findet man in einer Mehlprobe eine größere Menge derart veränderter Stärkekörner, so kann man daraus auf die Anwesenheit gekeimter Cerealienfrüchte schließen.

Nachweis von Mutterkorn.

Zur Erkennung von Mutterkorn prüft man Mehl auf folgende Weise:

a. Man gibt etwa 20 bis 25 cm^3 Kalilauge in eine weite Probierröhre, trägt unter Schütteln von dem zu untersuchenden Mehle so viel ein, dass sich ein dicker Brei bildet, und senkt die Eprouvette kurze Zeit in heißes Wasser (Vittstein). War mindestens 1 bis 2 Procent Mutterkorn im Mehle, so entsteht der bekannte Geruch nach Trimethylamin (Häringslake). Man kann auch das durch Destillation mit Kali aus dem mutter-

kornhaltigen Mehl gewonnene Propylamin durch Glühen in Blausäure und Grubengas überführen und die Blausäure durch die bekannte, auf Berlinerblaubildung beruhende Reaction nachweisen.

b) Zur Nachweisung von Mutterkorn kann man auch die von F. Hoffmann und Wolff, angegebene Methode benutzen: 10 *g* Mehl, 15 *g* Äther, 20 Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1 : 5) werden durch Schütteln innig gemengt und die erhaltene Flüssigkeit mit 5 Tropfen einer gesättigten Lösung von doppeltkohlensaurem Natron versetzt. Bei Gegenwart von Mutterkorn entsteht eine violette Färbung, die auch spectralanalytisch zu prüfen ist.

c) Mutterkornhaltiges Mehl gibt eine eigenthümliche rosenrothe Farbe, wenn man es mit Alkohol wiederholt auszieht und hierauf mit einer Mischung von Alkohol und Schwefelsäure behandelt. Zu beachten ist, dass die alkoholische Säurelösung nicht zu lange mit dem Mehle in Berührung bleiben darf, weil sich auch mutterkornfreies Mehl allmählich, wenngleich nicht rosenroth, färbt.

d) Man lässt Mehl mit verdünnter Natronlauge 2 bis 3 Stunden stehen, filtriert; die Flüssigkeit ist bei Anwesenheit von Mutterkorn roth. Nun wird Salzsäure zugesetzt und mit Äther, der den rothen Farbestoff aufnimmt, geschüttelt, alsdann im Spectroskopunt ersucht. Ein scharfes Absorptionsband liegt zwischen *d* und *e*, ein anderes zwischen *e* und *f* (Uffelmann).

e) Auch durch das Mikroskop lässt sich im Mehle das Mutterkorn nachweisen. Die Zellen (Fig. 203) sind außerordentlich innig untereinander verbunden und führen als Inhalt farbloses Fett, durchaus keine Stärke; jene der äußersten Gewebsschicht des Mutterkorns sind überdies Träger eines schwarz-violetten Farbstoffes.



Fig. 203.

Fälschung mit Unkrautsamen.

In neuester Zeit wird nicht selten Mehl durch Beimengung eines Mehles, das durch Vermahlung verschiedener Unkrautsamen gewonnen wurde, gefälscht. Die bei der Reinigung des Getreides vor dessen Vermahlen als Abfall in großer Menge sich ergebenden wertlosen Sämereien werden von gewissen Mühlen bezogen, vermahlen und das so erhaltene Unkrautsamenmehl normalem Cerealienmehle in betrügerischer Weise zugesetzt. Thatsächlich bilden diese Unkrautsamen und Früchte in zwei Sorten, „Raden“ und „Wicken“, einen Handelsartikel. Außer Raden und Wicken sind die Früchte verschiedener Gramineen, darunter jene von Lolium temulentum, des Taumellolchs, ferner jene einiger Compositen, insbesondere der Kornblume, Centaurea Cyanus, und einiger Umbelliferen, namentlich der Möhre, Daucus Carota, häufige Beimengungen des Getreides.

Die „Raden“ bestehen der Hauptsache nach aus den Samen der Kornrade (Agrostemma Githago), daneben enthalten sie noch verschiedene andere Samen und Früchte, je nach der Gegend, insbesondere jene des Feldrittersporne (Delphinium Consolida), die Früchte des windenartigen Knöterichs (Polygonum Convolvulus), die Samen der Ackerwinde (Convolvulus arvensis) u. a.

Die „Wicken“ bestehen zum großen Theile aus den Samen diverser Leguminosen (Vicia, Lathyrus, Ervum, Medicago etc.) und Cruciferen (Raphanistrum, Sinapis, Brassica, Camelina etc.) neben oft ansehnlichen Mengen der Früchte von Labkrautarten (Galium sp.).

Damit ein normales Mehl eine solche Beimengung von Mehl aus den genannten Unkrautsamen durch sein Aussehen nicht verrathe, wird die Vermahlung der Raden und Wicken in der Art vorgenommen, dass

nur das rein weiße Endosperm derselben als Mehl gewonnen wird, während die gefärbte Samenschale so gut wie ganz und der Keim zum größten Theil in der Kleie bleibt. Da der Eiweißkörper des Agrostemmasamens sehr schön weiß ist, so kann er, im vermahlenen Zustande einem normalen Cerealienmehl beigemischt, letzteres sogar weißer machen.

Diese seit kurzer Zeit nicht selten geübte Mehlfälschung ist ein Betrug, der das kaufende Publicum auch in gesundheitlicher Beziehung benachtheiligt oder gefährdet. Wie bereits erwähnt wurde, enthält die Kornrade ein heftig wirkendes Gift. Das Riechen an Githaginpulver verursacht einen heftigen Schnupfen, reizt zu fortwährendem Niesen, erzeugt Nasen- und Gaumenkatarrhe und Schmerzen im Rückgrat.

Bei der Bedeutung, welche diese Art von Mehlverfälschung in hygienischer Beziehung hat, ist es um so erfreulicher, dass völlig zuverlässige Prüfungsmethoden gerade in Bezug auf die hier in Betracht kommenden Beimengungen gewonnen wurden.

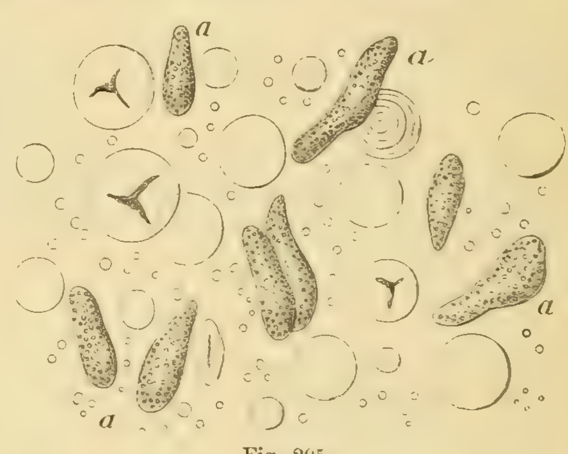


Fig. 205.

Kornrade charakterisiert sich durch die ganz eigenthümlichen, vorwiegend spindel-, spulen-, flaschen- oder eiförmigen, seltener kugeligen oder eirunden Stärkekörper von 0·02 bis 0·1 *mm* Länge (Fig. 204). Jeder dieser Stärkekörper besteht aus winzigen, kugeligen Stärkekörnchen, welche in eine homogene, farblose Masse eingelagert sind. Dadurch erhalten diese Gebilde ein eigenthümlich granuliertes Aussehen. Im Wasser zerfallen sie langsam, indem sich die homogene Grundmasse löst und die Stärkekörnchen frei werden, wonach sie in lebhafte Molecularbewegung gerathen; beim Erwärmen in Wasser oder in verdünntem Weingeist lösen sie sich auf. Diese Stärkekörper sind so charakteristisch, dass sie sich sehr leicht im Cerealienmehle (Fig. 205 *a*) nachweisen lassen. Im unverfälschten Mehl finden sich diese Formelelemente der Kornrade gar nicht oder außerordentlich selten.


Fig. 204.


Fig. 206.

Wicken (Fig. 206) verrathen sich im Cerealienmehle bei der mikroskopischen Untersuchung einmal durch ihr Stärkemehl (Fig. 207), welches in Größe, Form und son-

stigen Eigenthümlichkeiten seiner Körnchen im allgemeinen übereinstimmt mit dem Stärkemehl der gewöhnlichen als Nahrung verwendeten Hülsenfrüchte, dann auch durch einzelne mit solchen Stärkekörnchen neben reichlichem, feinkörnigem, protoplasmatischem Inhalt gefüllte Zellen oder Zellengruppen aus dem Gewebe der Keimlappen. Diese sind im allgemeinen kleiner und dickwandiger als die Zellen des Mehlkörpers der Cerealien und zeigen gewöhnlich lufterfüllte (schwarze) Zwischenzellenräume (Fig. 207).

Zur chemischen Prüfung werden circa 2 *g* Mehl mit 10 cm^3 einer Mischung von 100 cm^3 Alkohol (70 Procent), mit 5 Theilen Salzsäure in einem Proberöhrchen geschüttelt und die Färbung beobachtet, welche nach einigem Stehen das zu Boden sich setzende Mehl, vorzüglich aber die überstehende Flüssigkeit annimmt. In einigen Fällen beobachtet man sofort eine Farbenveränderung, in anderen tritt sie erst nach einiger Zeit auf. Erwärmen beschleunigt dieselbe bei dieser Behandlung bleibt reines Weizen- und Roggenmehl weiß und die Flüssigkeit vollkommen farblos; nur bei gröberen Mehlsorten nimmt letztere einen leichten Stich ins Gelbliche an. Auch nach wochenlangem Stehen tritt keine Veränderung ein (Vogl).

Reines Gersten- und Hafermehl geben eine rein blassgelbe Flüssigkeit, Kornradenmehl und ebenso das Mehl des Taumellochs färbt diese gesättigt orangegelb, Wickenmehl schön purpurroth. Eine Beimengung von Kornrade zu Weizen-, Roggen- oder Gerstenmehl verräth sich (schon bei 5 Procent) durch eine deutlich orangegelbe Färbung der Probeflüssigkeit; eine solche von Wicken gibt dieser (bei circa 5 bis 10 Procent) eine schön rosenrothe bis deutlich violette Farbe.

Fig. 207.

Fig. 208.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Mehles lässt sich auch Taumellolch auffinden. Zusammengesetzte, dem Hafer ähnliche, 0·01 bis 0·08 *mm* große Stärkekörner (Fig. 208) sind die charakteristischen Formelelemente des Taumellolchs

Brot.

Die Herstellung des Brotes.

Die Cerealien werden in mannigfacher Weise in unserer Küche verwendet, mit anderen Zusätzen, Mehl, Eiern, Butter, Milch, Zucker, geben sie die allerverschiedensten und schmackhaftesten Speisen; keine aber gelangt so häufig auf den Tisch und keine vermag so sicher den Appetit anzureizen als das **Brot**.

Die Kunst der Brotbereitung ist eine alte, angeblich von den Ägyptern überkommene. Doch hat man erst viel später feines Brot herzustellen gelernt. Noch bis in die Zeit der römischen Kaiser zertrümmerte man zwischen Steinen das ganze Korn; Mehlkorn und Hülse wurden gemengt verbacken.

Zu Brot können die allerverschiedensten Mehle verwendet werden, zumeist jedoch sind es Weizen und Roggen, welche das Material hergeben. Bei feinem Luxusbrot setzt man auch noch Milch und Eiweiß hinzu und so gehen wir schließlich vom Brot zu den Gebäcken im allgemeinen, wie Kuchen u. dgl. und den Conditorwaren über. In den verschiedenen Ländern bestehen in dem Brotconsum recht wesentliche Verschiedenheiten. Vielfach wird nur, wie in Frankreich und England, das feinere Weizenmehl zu Weißbrot verarbeitet, in anderen Fällen, wie in Deutschland, Österreich, nimmt man entweder Riemischmehl, Mischungen von Weizen- und Roggenmehl oder letzteres allein zum Backen und erhält ein dunkles Brot. In einigen Provinzen hat sich aber sogar noch Mehl aus ganzem Korn in gröblicher Vermahlung — der Pumpernickel — erhalten, der dem natürlichen Kreislauf folgend, für jenen Theil der Bevölkerung, welcher sonst nur Weißbrot genießt, wieder zum Luxusbrot zu werden beginnt.

Das Backen des Brotes macht eine Reihe von Proceduren nöthig.

1. Zuerst wird das Mehl durch Einrühren von Wasser (100 Mehl: 70 bis 85 Wasser) zum Teig verarbeitet. Dieses Wasser spielt später beim Backprocess eine wichtige Rolle.

2. Um nun den Teig zu lockern und zu verhüten, dass er beim Backen zu einer harten, spröden, für die Zähne schwer angreifbaren Masse werde, wird er in verschiedener Weise gelockert.

a) Die älteste Art der Lockerung besteht in der Gährung.

Wenn man Mehl zu Teig anrührt und letzteren an einem warmen Orte stehen lässt, geräth jener durch die zahlreich vorhandenen Hefezellen und anderen Mikroorganismen in Gährung. Diese ist meist die alkoholische, aber bei mancher Mehlsorte, wie z. B. dem Roggenmehl, erhält man mit großer Häufigkeit alsbald den Übergang in die Buttersäuregährung, welche den Teig zur Brotbereitung unbrauchbar machen würde. Wegen der Unsicherheit der natürlichen Gährung und der langen Dauer dieses Processes setzt man gleich von vorneherein dem Teige ein kräftiges Gährmaterial zu, entweder Sauerteig oder Hefe. Sauerteig ist in Gährung begriffener Brotteig, von dem man jedesmal beim Backen einen Theil bis zum nächsten Backtermin zurückbehält. Es sind aber nicht allein Hefezellen, sondern es sind auch Keime der Essigsäure- und Milchsäurebildung vorhanden. Unter Hefe versteht man meist Presshefe, wie sie jetzt im Großen dargestellt zu werden pflegt.

Der Teig wird nach dem Zusatz des Gährmaterials in einer Temperatur von 25 bis 30° gehalten. Der vorhandene Zucker des Mehles wird in Kohlensäure und Alkohol zerlegt, durch ein in dem Brot vorhandenes Ferment (Cerealin) aus Stärke noch weiter Zucker gebildet, wodurch die Gährung unterhalten wird.

Bei gutem Mehl von normaler Kleberzusammensetzung dehnen die Kohlensäureblasen den Teig aus, ohne zu entweichen, der Teig „geht“. Die gute Beschaffenheit des Teiges hängt von dem Kleber und seiner Zusammensetzung ab. Der Kleber besteht aus drei Eiweißkörpern Glutenfibrin, Gliadin und Mucedin. Überwiegt das Gliadin, so ist der Körper richtig zähe, dehnbar, überwiegt das Mucedin, so wird er zerfließlich. Es kann also ein Mehl kleberreich sein und schlecht backfähig, und umgekehrt.

Nicht immer entwickelt sich nur die Hefegährung, sondern es wird durch die Verunreinigungen Milchsäure und etwas Essigsäure gebildet, wenn Sauerteig verwendet wurde.

Nach dem Gähren wird nochmals etwas Mehl in den Teig eingeknetet, dann gebacken. Durch die Gährung wird 1 bis 2 Procent des Brotes zersetzt.

b) Die Brotgährung verläuft nicht sehr rasch, sie bedarf einiger Beaufsichtigung, richtiger Auswahl der Hefe und des Sauerteiges, eines warmen Locals. Außerdem aber geht von dem Mehl ein Theil durch Gährung verloren. Es drängen daher manche Momente nach einem Ersatz der letzteren zur Herstellung ungegohrenen Brotes.

Liebig empfahl, dem Teige kohlensaures Ammoniak zuzusetzen, welches bei hoher Temperatur verdampft und den Teig lockert. Ferner hat man Natriumbicarbonat und Salzsäure einwirken lassen und durch die Kohlensäure den Teig locker gemacht. Aus beiden Chemikalien entsteht dabei Kochsalz. Es hat sich aber keines dieser Verfahren bewährt.

Das Horsford'sche Backpulver besteht aus einem Alkalipulver (Natriumbicarbonat und Chlorkalium) und einem Säurepulver (saurem Calciumphosphat und saurem Magnesiumphosphat).

Endlich versucht man in neuerer Zeit, dem Teig Kohlensäuregas beizumengen, zweifellos das unbedenklichste Verfahren von den genannten.

Sieht man von der größeren Billigkeit ungegohrenen Brotes, welche vielleicht nicht so groß ist, als man sich vorstellt, ab, so hat die Herstellung ungegohrenen Brotes den für manche Fälle unschätzbaren Vortheil großer Schnelligkeit.

Die Schmackhaftigkeit gegohrenen Brotes ist dagegen unzweifelhaft größer; bei der Gährung entsteht eben nicht allein Kohlensäure und Alkohol, sondern noch eine Reihe von Nebenproducten, welche auf den Geschmack von Einfluss sind.

Die Gewinnung des Alkohols, der in dem Backofen sich verflüchtigt und z. B. für London allein auf 13 Millionen Liter jährlich im Werte von 5 bis 6 Millionen Mark geschätzt wird, hat zu guten Resultaten bislang noch nicht geführt.

Nachdem der Teig, sei es durch Gährung, sei es ohne Gährung, gelockert ist, wird das Brot in den vorher bereits angeheizten Ofen gebracht und gebacken. In den älteren Backöfen wurde in dem Backraum selbst Feuer gemacht und wenn die Wandungen genügend erhitzt waren, das Holz herausgenommen und nun das Brot eingebracht. Dabei findet immer eine Beschmutzung des Brotes statt, und außerdem ist ein continuierlicher Betrieb unmöglich.

In neuerer Zeit heizt man sie vielfach anstatt direct, durch eine Perkinsheizung. Fig. 209 stellt einen derartigen Ofen dar. *F* ist die Heizschlange aus Schmiedeeisen, welche bei *E* durch den Ofen zieht, *H* ein Abzug für die Dämpfe, *G* dient zum Einbringen des Brotes, das auf einer Platte lagert, *D* ist das Expansionsventil des Heizröhrensystems.

Für die Truppen hat man auch transportable Backöfen hergestellt. Die Öfen mit Warmwasserheizung haben neben dem reinlichen Betriebe den Vortheil, eine gleichmäßige Wärme, Kohlenersparnis und die Möglichkeit des continuierlichen Betriebes.

Im Beginne des Backens wird durch die Hitze das Brot noch mehr aufgetrieben, es verflüchtigt sich dabei der größte Theil des bei der Brotgährung erzeugten Alkohols und der Kohlensäure und verdunstet etwas Wasser. Die Stärke quillt, daher sind in dem Brot nur wenige Stärkekörnchen in ihrer ursprünglichen Gestalt erhalten, vielmehr fast alle zu einer krümlichen Masse umgewandelt.

Die Hitze des Backofens beträgt meist 170 bis 210° und erreicht im Oberraum 240°; bei einer Temperatur von 190° beträgt die Backdauer etwa 100 bis 110 Minuten, bei 230 bis 240° nur 45 bis 50 Minuten; in der Mitte größerer Brote steigt die Hitze nicht viel über 100°.

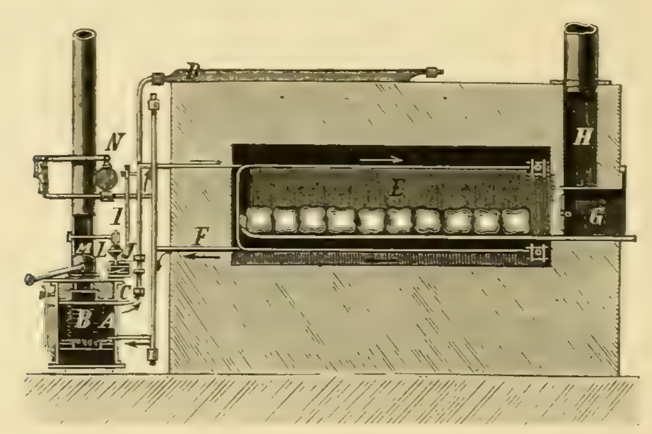


Fig. 209.

100 Theile Mehl liefern etwa 120 bis 135 Theile Brot; in 100 Theilen Brot sind enthalten:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Zucker	Stärke	Holzfaser	Asche
Weizenbrot, fein . . .	38·5	6·8	0·8	2·3	41·0	0·4	1·2
„ gröberer Sorte	41·0	6·2	0·2	2·1	48·7	0·6	1·1
Roggenbrot	44·0	6·0	0·5	2·5	45·3	0·3	1·3
Pumpernickel	43·4	7·6	1·5	3·2	41·9	0·9	1·4

Beim Lagern wird das Brot altbacken. Der Wasserverlust ist aber offenbar nicht die alleinige Ursache dieses Vorganges; denn man kann altbackenes Brot durch Erwärmen wieder gut und frischschmeckend machen (Boussingault); erst wenn der Wassergehalt auf etwa 30 Procent gefallen ist, genügt die Erwärmung nicht mehr (Bibra). Bei dem Anwärmen wird sogar von dem Brot noch weiters Wasser abgegeben. Boussingault nahm deshalb eine Molecularänderung in dem Brote als Grund des Trockenwerdens an. Horsford glaubt, bei dem Wiedererwärmen des Brotes gebe der Kleber sein Wasser an die glasig und hart gewordenen Stärkekörnchen ab. In der That ist die Aufnahmsfähigkeit für Wasser bei Kleber und Stärke bei derselben Temperatur nicht gleich. Er gibt bereits Hydratwasser ab, wenn letztere noch hygroskopisches Wasser aufnimmt.

Bei der Gährung des Brotes werden etwa 1 bis 2 Procent der Substanzmenge in Kohlensäure und Alkohol gespalten; der größte Theil des letzteren verdampft beim Backen. Doch bleiben etwa 0·2 bis 0·4 Procent im frischen Brot, nach sieben Tagen finden sich noch 0·12 bis 0·13 Procent.

Frisches Brot reagiert sauer, beim Liegen nimmt der Säuregehalt nicht unwesentlich zu (0·1 bis 0·2 Procent bei viertägigem Lagern) (Nessler).

Die Eiweißstoffe des Brotes werden zum größten Theile unlöslich in Wasser. Man kann aus dem Brot durch Auswaschen keinen Kleber mehr gewinnen, jedoch lässt sich durch Alkohol noch Gliadin ausziehen. Durch die im Brot vorhandenen Säuren färbt sich der Kleber beim Backen der Krume dunkel.

Die wichtigste Veränderung betrifft die Kruste. Die Menge der Kruste ist je nach der Größe des Brotes sehr verschieden. Bei Broten von etwa 250 *g* beträgt sie 20 bis 25 Procent (Rubner). In der Kruste werden die Eiweißkörper verändert; man gewinnt aus ihr mehr in Wasser lösliche Eiweißstoffe als aus der Krume (Barral). Dabei muss aber eine theilweise Zerlegung der Eiweißstoffe eintreten, unter Abspaltung von Ammoniak.

	Nach v. Bibra	Nach Rubner
100 Theile Kruste enthalten Stickstoff	1·36	1·37
„ „ Krume „ „	1·50	1·93

Die Kruste enthält also weniger Eiweiß wie die Krume. In der Rinde wird an der Oberfläche Dextrin und aus diesem der wohlschmeckende Stoff, das Röstbitter, erzeugt.

Durch die Erhitzung des Brotes werden die in demselben vorkommenden Mikroorganismen, besonders die Hefepilze, Milchsäure- und Essigsäurebacillen getödtet.

Die Ausnutzbarkeit des Brotes.

Das Mehl hat wesentliche Vorzüge durch den Backprocess erhalten. Während man die Monotonie eines Nahrungsmittels oft sehr empfindet, kann man Brot jeden Tag des Jahres mit Appetit genießen.

a) Brot aus feinen Mehlsorten.

Der Mahlprocess, namentlich die Hochmüllerei, beseitigt im Wesentlichen die Kleie aus dem Brot. Das feinere Brot bricht sich mehr und mehr Bahn, obschon es theurer ist als die dunkleren Mehlsorten. Die Resorbierbarkeit dieses Brotes ist selbst bei Aufnahme größerer Mengen eine ganz vorzügliche.

Bei der Ausnutzung gehen verloren in Procenten (Rubner):

	Verzehrt im Tag an Trockensubstanz	Verlust an Trockensubstanz	Verlust an Eiweiß	Verlust an Kohlehydraten
Bei Brot aus feinstem Mehl .	615	4·0	20·7	1·1
	596	4·4	22·2	1·1
Bei Brot aus mittlerem Mehl .	439	5·6	19·9	2·9
	613	6·7	24·6	2·6

Die feinen Mehle gehen ihrer Hauptsache nach mit 95 bis 96 Procent ins Blut über, die Kohlehydrate bis auf 99 Procent. Nur das Eiweiß wird unvollkommen aufgenommen. Selbst bei den mittleren Sorten kann der Gesammtverlust an organischen Stoffen noch als gering bezeichnet werden. Die Kothmenge beträgt bei der feinsten Brotsorte nur 24·3 *g* Trockensubstanz im Tage, bei mittlerer Sorte 40·8 *g*.

Das Kleienbrot.

Die besten Mühlen erreichen bei dem Ausmahlen des Getreides nur etwa 80 Procent an gut verwertbaren Mehlen; 20 Procent fallen als Kleie ab. Nun enthält aber die Kleie nicht etwa nur die cellulosereichen Hüllen, sondern mit diesen gemengt noch Mehltheile. Ja die Hülsen selbst schließen außer Fett und Stärke namentlich noch Kleber-Eiweißstoffe ein. Die Kleie enthält somit die wesentlichsten Gruppen der Nahrungsstoffe, und zwar nahezu in demselben Verhältnis, wie das Mehl:

100 Theile trockenes Weizenmehl bestehen aus:		100 Theile Weizenkleie bestehen aus:	
11·6	Eiweiß	13·9	Eiweiß
1·3	Fett	3·1	Fett
86·4	Stärke, Cellulose etc.	82·9	Stärke, Cellulose etc.
0·7	Asche.		

Die Kleie dient meist als Viehfutter; schon Liebig hat sich gegen die Beseitigung der Kleie ausgesprochen, weil „Nährsalze" verloren giengen. Andere finden in der Kleieentziehung eine Schädigung des Volkswohlstandes. In der That, wenn man die Kleie gleich Mehl für den Menschen verwerten könne, würde das einem Gewinn an Nationalvermögen für Deutschland von 780 Millionen Mark jährlich gleichkommen.

Auch Millon und Mege-Mourriès haben das Hinzubacken der Kleie zu dem Brot empfohlen. Immer kehren die Versuche, die Kleie dem Menschen nutzbar zu machen, wieder; in jüngster Zeit hat sich in London ein Verein, die „Bread reform League", aufgethan, der an Stelle des sonst gebräuchlichen Weißbrotes Brot von Mehl aus ganzem Korn (Wheat meal flour) zur Ernährung empfiehlt. Das Korn wird durch die Decortication erst von der äußeren Haut befreit und gereinigt, wobei etwa 3·5 Procent verloren gehen, sodann im Ganzen und möglichst fein gemahlen, wobei wieder etwa 2·5 Procent in Verlust gehen, im Ganzen also etwa 6 Procent.

Man kann nur auf dem Wege der Ausnutzungsversuche Genaues über den Wert derartiger Vorschläge erfahren. A. Meyer hat in verschiedenen Versuchen gleiche Gewichtsmengen von Semmel, Roggenbrot, Horsfordbrot und Pumpernickel genossen und dabei folgende Resultate erhalten:

Es wird verloren:	An Trockensubstanz	an Eiweiß	an Asche
Bei der Semmel . . .	5·6	19·9	30·2
„ Roggenbrot . . .	10·1	22·2	30·5
„ Roggen-Horsfordbrot	11·5	32·4	38·1
„ Pumpernickel . .	19·3	42·3	96·6

Die einzelnen Brotsorten sind also höchst ungleich in ihrem Werte; die Backweise ohne Gährung liefert keinerlei bessere Ausnutzung und der kleiehaltige Pumpernickel, der dem Körper mehr Eiweißstoff zuführen soll, weist den allergrößten Eiweißverlust mit dem Kothe auf. Am besten verhält sich das kleienarme Weißbrot.

Rubner hat die Ausnutzung von Brotsorten untersucht, welche aus Weizenmehl von verschiedener Ausmahlung hergestellt waren; bei dem feinsten Mehl waren nur 30 Procent des Korns ausgemahlen, bei mittlerem etwa 70 Procent, bei Mehl aus ganzem Korn 95 Procent. Diese verschiedenen Sorten unterscheiden sich durch den verschiedenen Kleiengehalt und lassen auch die Ausnutzbarkeit der Kleie berechnen.

Es betrug der Procentverlust:	an Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat	Kohlehydrat ausschl. der Cellulose	Asche
Bei Brot aus feinstem Mehl	4·0	20·0	1·10	1·00	19·3
„ „ „ Mittelmehl	6·7	24·6	2·57	2·36	30·3
„ „ „ ganzem Korn	12·2	30·5	7·37	5·70	45·0

Je mehr wir also das Korn ausmahlen, desto schlechter wird das Brot aus demselben resorbiert, und zwar verlieren wir sowohl mehr Eiweiß, als auch mehr an Kohlehydraten — auch abgesehen von der mit der Kleie zugefügten Cellulose — und mehr von der Asche. Trotzdem kommt aber doch von den Bestandtheilen der Kleie dem Körper ein nicht unwesentlicher Bruchtheil zugute.

Nach Rubner werden aus der Kleie im Darme des Menschen resorbiert:

31·3 Procent der Trockensubstanz
61·3 „ des Eiweißes
26·5 „ der Kohlehydrate (inclusive Cellulose).

Darnach ist also sicher gestellt, dass der menschliche Darm bei feiner Vermahlung der Kleie nicht Unerhebliches aus derselben zu resorbieren vermag. Von den Kohlehydraten (zu der die Cellulose gerechnet ist) wird scheinbar sehr wenig aufgenommen, weil eben viel Zellstoff (Cellulose) in der Kleie sich findet und dieser im Darmcanal fast gar nicht angegriffen wird.

Die Bestandtheile der Kleie, der Stärke, des Kleber sind an sich leichter resorbierbar, aber bei grober Vermahlung bleibt der Klebereiweißstoff in den Kleberzellen, deren Wandungen von den Verdauungssäften nicht durchdrungen werden, unaufnehmbar. Will man also die Kleie besser ausnutzen, so muss die Vermahlung eine weit bessere werden, als die Mühlen sie heutzutage leisten. Durch die bessere Ausmahlung wird das Mehl natürlich auch billiger; so kostet 1 *kg* resorbiertes, d. h. ausnutzbares Brot:

1. bei feinstem Mehl . . . . 45 Pfennige
2. „ mittlerem Mehl . . . . 43 „
3. „ Mehl aus ganzem Korn . 37 „

Das Bestreben, Mehl aus ganzem Korn herzustellen, würde nach mancher Richtung hin eine Verbesserung der Brotsorten bedeuten. Das gewöhnliche Schwarzbrot wird aus der sehr kleienreichen

schlechteren Weizenmehlsorte mit Roggenmehl gebacken und ist meist weit cellulosereicher, als Brot aus ganzem Korn.

Von solchem Bauernbrot wird bei der Ausnutzung in Procenten verloren:

An Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydraten
15·0	32·0	10·9

Die Beifügung der Kleie zum Brot verändert etwas den Geschmack und das Aussehen des Brotes. Es wird rauher und dunkler gefärbt. Die Kothmenge nimmt sehr zu; so entfernt man bei Weißbrot im Tage nur **133** *g* Koth frisch (= 24·8 *g* trocken), bei Brot aus ganzem Korn aber **318** *g* (= 76 *g* trocken) für den Tag; bei Kleienbrot tritt er in festen Ballen auf. Diese Umstände machen weißes Brot und kleienhaltiges Brot in ihrer hygienischen Bedeutung sehr ungleich. Es ist nicht Jedermanns Sache, die Darmthätigkeit durch Brot derartig anzuregen, wie es durch das Schwarzbrot oder Mehl aus ganzem Korn u. s. w. geschieht. Freilich wird in anderen Fällen der Arzt von diesen Brotsorten oft sehr günstige Anwendung machen können.

Vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus empfiehlt es sich da, wo man die Kleie an Vieh verfüttern kann, sie nicht in dem Brot zu lassen. Die Hausthiere nutzen die Kleie weit besser aus als der Mensch, und wir gewinnen also in anderer Weise aus der Viehzucht wieder Nutzen für den Menschen. Aus diesen wie den vorher angeführten Gründen wird man der unbedingten Verwendung von Kleienbrot nicht das Wort reden können; aber man wird den Bestrebungen auf Verbesserung des Mahlverfahrens reges Interesse zuzuwenden haben und in der Beibehaltung feinvermahlener Kleie in dem Mehl keinen hygienischen Schaden sehen können.

Störend ist bei dem Brot häufig die intensive Buttersäuregährung im Darmcanal; besonders kräftig entwickelt sie sich bei Brot, welches mit Sauerteig hergestellt wurde. Sie kann so hochgradig werden, dass der dabei entstehende Wasserstoff und die Kohlensäure im höchsten Grade durch Flatulenz belästigen und dass allmählich heftige Diarrhöen dem Brottgenuss ein Ende bereiten.

Über die ausschließliche Broternährung s. o.

Zu den Brotsorten aus ganzem Korn gehört auch das Grahambrot, welches aus geschrotetem Weizen, Roggen und Mais hergestellt wird, ferner der Pumpernickel (der ab und zu mit Honig gesüßt wird) und das schwedische Knäckebrot.

Brotfehler.

Gutes Brot soll gleichmäßig aufgegangen, unter der Rinde keine grossen Hohlräume zeigen, die Rinde soll braun, gleichmäßig dick, glatt, nicht gerissen und nicht verbrannt sein, das Brot soll beim Anschneiden angenehm kräftig riechen, keine bröckliche oder klebrige Krume haben, die Krume soll gleichmäßig porös und so elastisch sein, dass ein Fingerdruck auf dieselbe wieder ausgeglichen wird und der Geschmack des Brotes weder sauer noch bitter, noch fade erscheint. Keine Spur von Schimmel darf sich zeigen. Das Brot soll wenigstens 24 Stunden, höchstens 8 Tage alt sein.

Mängel am Brot entstehen, wenn die Materialien zur Brotbereitung oder die Manipulationen bei derselben fehlerhaft waren; gutes Brot kann nur aus gutem Mehl, gutem Sauerteig und gutem Wasser bereitet werden.

Wird zu viel Wasser zur Teigbereitung genommen, so wird die Rinde dick, das Brot dicht, schliffrig. Zu wenig Wasser erschwert das Durchkneten, was zur Folge hat, dass unzersetztes Amylum in größeren oder kleineren Klümpchen sich im Brote befindet. Ist der Sauerteig nicht tadellos, vielmehr stark sauer, alt oder gar zum Theil faul, so zeigt das fertige Brot einen zu starken Säuregehalt und einen schlechten Geschmack. Ein wässeriger Brotauszug reagiert darum, wenn das Brot gut ist, neutral oder (namentlich Roggenbrot) schwach sauer. Der Säuregehalt des Roggenbrotes wurde bei vierstündiger Gährung zu 0·27 Procent, bei achtstündiger zu 0·42 Procent (als Essigsäure berechnet) gefunden. Eine ungenügende oder ungleiche Teiggährung hat das stellenweise Speckigsein des Brotes zur Folge. Ein schlechtes Backverfahren, unrichtige Heizung bedingt ein Brot mit zu heller oder zu dunkler Rinde. Zu rasches Backen in sehr heißen Öfen liefert eine wasserhaltige Krume, ermöglicht das Anbrennen und erzeugt Risse in der Rinde.

Wenn das zur Brotfabrication angewendete Mehl verdorben ist, so ist der Kleber verändert und hat seine Elasticität verloren; die bei dem Gähren des Teiges sich entwickelnde Kohlensäure lockert daher den Teig nicht auf, sondern entweicht. Das daraus entstehende Brot ist mithin derb und auch weniger weiß. Um diesen Übelstand zu beheben, pflegen Bäcker, die verdorbenes Mehl zur Bäckerei verwenden, dem Teig eine kleine Menge schwefelsaures Kupferoxyd ($^1/_{15000}$ bis $^1/_{30000}$) zuzusetzen, dessen Base mit dem Kleber eine unlösliche Verbindung eingeht. In England setzt man ziemlich allgemein dem Mehle, um ein besseres Aussehen zu bewirken, Alaun zu, hie und da auch Zinkvitriol oder Kalkwasser.

Der Zusatz selbst geringer Mengen so giftiger Körper, wie Kupfer, Zink, zu einem Nahrungsmittel, das, wie das Brot, täglich und reichlich genossen wird, ist selbstverständlich absolut unzulässig und strafbar. Verschiedene Meinungen vertritt man dagegen über die Wirkung des Alauns auf den Organismus, als Bestandtheil der täglichen Brotnahrung. Jedenfalls ist zu berücksichtigen, dass Alaun schon in geringen Dosen als Adstringens wirkt und Verstopfung verursacht.

Obgleich gegen Kalk weniger einzuwenden ist als gegen Alaun, so ist doch seine Anwendung insofern verwerflich, als er als Verdeckungsmittel schlechter und ungesunder Beschaffenheit des Mehles fungiert.

Conservierung des Brotes.

Durch längeres Aufbewahren in trockenen Räumen wird das Brot hart. Aufbewahrung in feuchten Räumen bedingt Schimmelbildung und gänzliche Verderbnis des Brotes. Der häufigste Brotpilz ist Penicillium glaucum, von grünlicher, gelblicher oder brauner Farbe. Er bildet mit Eurotium zusammen oder auch allein weiße, dann

schmutzig-grünblaue Überzüge. Das Mycelium ist reich verzweigt (Fig. 210) und, wie die Conidienträger *a*, mit Querwänden versehen. Das freie Ende der Conidienträger ist stark verästelt und an den Spitzen mit zahlreichen, pfriemenförmigen Basidien *b* versehen, welche das stielartige Sterigma *c* entwickeln. Durch Abschnürung entstehen nun lange Ketten runder, farbloser Conidien, welche nach der Reife in die einzelnen Sporen zerstäuben.

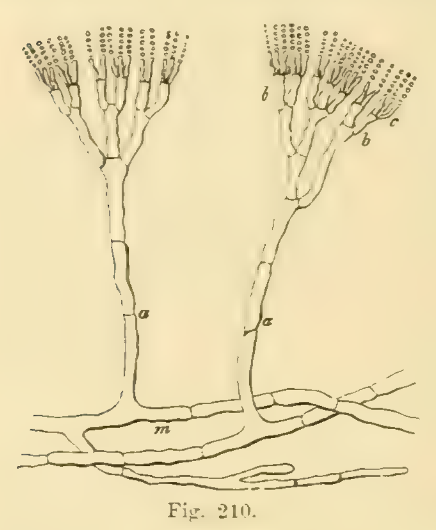


Fig. 210.

Ein ebenso häufiger Brot- und Obstpilz ist Eurotium Aspergillus glaucus (Fig. 211), dessen Sporen auf endständigen Köpfchen sitzen. *m* bezeichnet das Mycelium, *c* Conidienträger, *F* reife Schlauchfrucht, *s* Sterigmen, *p* keimende Conidien, *A* Sporenschlauch, *r* keimende Schlauchsporen, *k* Keimschläuche. Ferner kommt im Brote Mucor mucedo vor, dessen Sporen in endständigen Sporenkapseln liegen. Außerdem sind im Brote noch beobachtet worden: Oidium aurantiacum, Eurotium, lateritium, Uredo



Fig. 211.

rubigo und auch eine Alge: Palmella prodigiosa. Die weiße Farbe wird durch Mucor mucedo hervorgebracht, die orangegelbe Färbung schrieb man früher dem Oidium aurantiacum zu, dieselbe rührt jedoch

von einem Entwickelungszustande von Mucor her, der Thamnidium genannt wird. Micrococcus prodigiosus bewirkt die Erscheinungen der Blutflecken im Brote.

Über die Frage, ob diese Pilze des Brotes für den Menschen schädlich sind oder nicht, liegt noch sehr wenig Sicheres vor. Der Mangel an Erfahrungen erklärt sich wohl dadurch, dass der Mensch vor dem Genusse eines Schimmelpilze reichlich beherbergenden Brotes durch das auffällige Aussehen desselben und den widerlichen Geruch und bitteren Geschmack abgeschreckt wird.

Da das Brot nicht haltbar ist, dient Zwieback als Brotconserve. Für die Schiffsverpflegung, für die Verpflegung in cernierten Festungen und für die Soldaten im Kriege ist Zwieback unentbehrlich; er soll aber stets nur als ein Aushilfsmittel für den Fall der Noth an Brot betrachtet werden, da der Zwieback bei anhaltendem Genusse sehr erhebliche Gesundheitsgefährdungen, insbesondere entzündliche Affectionen der Mundhöhle, des Magens und Darmes hervorruft.

Untersuchung des Brotes.

Wichtig ist der Wassergehalt: man nimmt eine abgewogene, aus entsprechenden Theilen Krume und Kruste bestehende Brotmenge und trocknet bei 110° bis zu constantem Gewicht; der Gewichtsverlust entspricht dem Wassergehalt.

Die Brotasche reagiert neutral, wenn es sich um ungesalzenes Brot handelt; sie wird aber bei Anwesenheit von Kochsalz durch Zerlegung des letzteren und Verflüchtigung von Chlor alkalisch. Zusätze von Alaun, Zink, Kupfervitriol werden in der Asche nach den üblichen analytischen Methoden untersucht.

Quecksilber und Blei hat man nach Heizen des Backofens mit Holz, das mit giftigen Ölfarben angestrichen war, gefunden.

Alaun kann im Brote durch Einlegen des Brotes in eine Campecheholzabkochung (während 24 Stunden) entdeckt werden: durch Gegenwart von Alaun ensteht eine dunkle Purpurfarbe. Eine Verbesserung der Methode ist die, dass man in ein Glas mit Wasser 1 Theelöffel Campechetinctur und 1 Theelöffel gesättigtes Ammoniumcarbonat gibt, wobei eine blassrothe Mischung entsteht. Brot wird in diese Mischung 5 Minuten eingetaucht, dann getrocknet. Alaunhaltiges Brot wird in 1 bis 2 Stunden blau. Kupferhaltiges Brot mit verdünnter Schwefelsäure zu Teig geformt, erzeugt auf einem in den Teig gesteckten blanken Eisenstab einen Kupferüberzug.

Anderweitige Verwendung des Weizens.

Das Weizenmehl wird nicht allein zur Herstellung des Brotes, sondern namentlich zu allen möglichen Suppen, zu Saucen, zu Mehlspeisen verwendet. Das Gemeinsame dieser Verwendungsweise besteht darin, dass das Weizenmehl der Kochtemperatur ausgesetzt wird. In neuerer Zeit kommen Graupen, Nudeln, Maccaroni vielfach in dem Handel vor; sie haben meist in lufttrockenem Zustande eine dem Mehle entsprechende Zusammensetzung (13 bis 15 Procent Wassergehalt). Es ist von Wichtigkeit zu wissen, ob diese Zubereitungsweisen wesentlich anders auf den Organismus wirken als das Brotbacken.

Rubner hat die Ausnutzung von Maccaroni verschiedenen Klebergehalts, dann Weizenmehl, in Form von Spätzeln in Suppe zubereitet,

mit demselben Weizenmehl, das zu Brot verbacken wurde, verglichen. Bei der Ausnutzung wurde verloren in Procenten:

	An Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat.
Weizenbrot	3·7	18·7	0·8
Späzel	4·9	20·5	1·6
Maccaroni	4·3	17·1	1·2
Klebermaccaroni . . .	5·7	11·2	2·3

Es ist demnach kein wesentlicher Unterschied in der Resorption aufzufinden; am günstigsten scheint doch Brot aufgenommen zu werden. Wenn man durch Zusätze von Eiweißgehalt die Vegetabilien künstlich erhöht (Klebermaccaroni), so wird dieses Eiweiß sehr gut resorbiert. Bereitet man aus Weizenmehl Kuchen unter Zusatz von Fetten, so ändert sich die Ausnutzung nicht.

Der Mais und der Reis.

Der Mais spielt in manchen Gegenden als Volksnahrungsmittel eine große Rolle; in Südtirol, Italien, der Türkei, Ägypten, in den südlichen Staaten Nordamerikas u. s. w. stellt er den Hauptbestandtheil der Kost dar. Er wird als Kuchen, weit häufiger noch als Polenta unter Zugabe von Parmesankäse verzehrt.

Mais wird sehr gut verdaut und resorbiert; von der Trockensubstanz gehen 6·7, von dem Eiweiß 19·2, von den Kohlehydraten 3·2 Procent verloren (Rubner); durch den Zusatz von Parmesankäse wird die Ausnutzbarkeit des Maises gehoben (Malfatti). Über die Zusammensetzung des Maises s. o.

Verdirbt der Mais, so können die entstehenden Zersetzungsproducte giftige Eigenschaften annehmen. Manche führen die unter der lombardischen Landbevölkerung häufig auftretende Pellagra auf den Genuss zersetzten Maises zurück. Man hat verschiedene Gifte aus letzterem darstellen können, welche theils narkotisch, theils tetanisch wirken, doch kennt man die näheren Bedingungen, unter welchen die Gifte im Maise entstehen, zur Zeit noch nicht

Der Reis (die nähere Zusammensetzung s. S. 579) ist eiweiß- und fettärmer als der Mais; in China, Japan, Indien gilt er als Volksnahrung. Die Zubereitungsweisen sind sehr mannigfach. Seine Ausnutzung kann eine sehr günstige genannt werden, wenn man von jener des Eiweißes, welche ja im allgemeinen bei den Vegetabilien nicht günstig ist, absieht.

Als Risotto bereitet, wurde folgender Procentverlust bei der Ausnutzung durch Rubner gefunden:

An Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat
4·1	20·4	0·9

Die Kohlehydrate des Reises werden also so gut ausgenutzt, wie das feinste Weizenmehl und wesentlich besser als jene des Maises oder der schlechteren Brotsorten.

Aus Weizen-, Reis- und Maisstärke wird „Sago“ hergestellt; er besteht im Wesentlichen aus Stärke; Graupen sind die von Hülsen und Spitzen befreiten und in Kugelgestalt gebrachten Gersten- und

Weizenkörner. Grütze die entweder nur von der Schale befreiten oder entschälten und geschroteten Körner von Hafer, Buchweizen, Hirse, Gerste.

Gries ist ein vollkommen vermahlener Weizen; er ist kleiefrei.

Die Leguminosen.

Die Leguminosen führen unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln am reichlichsten Eiweiß, vorwiegend Legumin, ein Pflanzencasein. Es enthalten 100 Theile:

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Cellulose	Asche	In d. Trockensubstanz	
							Stickstoff	Kohlehydrate
Bohnen	14·8	24·3	1·6	49·0	7·1	3·3	4·6	57·5
Erbsen	15·0	22·8	1·8	52·4	5·4	2·6	4·3	61·6
Linsen	12·3	27·7	1·9	53·5	3·6	3·0	4·7	61·0
Sojabohnen	9·5	33·4	17·3	39·0	4·7	5·2	5·7	19·0

Ein kleiner Bruchtheil des Stickstoffs (4 Procent) ist als Amidverbindung vorhanden. Die Leguminosen sind reich an Cellulose, von der sie als Schalenhaut bedeckt werden. Die Sojabohne führt außerordentlich reichlich Fett.

Trotz ihres hohen Gehalts an Nährstoffen sind die Leguminosen im allgemeinen als Nahrungsmittel nicht sehr beliebt; es lässt sich ihr eigenthümlicher Geschmack nur schlecht verdecken oder dem Bedürfnisse anpassen. Sie gelten vielfach als schwer ertragbar.

Die grünen Bohnen und grünen Erbsen u. s. w. haben einen reichlichen Wassergehalt, erstere bis 88 Procent, letztere bis 80 Procent. Die Sojabohne wird namentlich in China und Japan zur Herstellung verschiedener Nationalgerichte Miso, Soohu, Tofu verwendet.

Für Ernährungszwecke sollten die Hülsen der Erbsen, Bohnen, Linsen etc. thunlichst beseitigt werden; da sie überwiegend aus Cellulose bestehen, haben sie wenig oder gar keinen Wert.

Die Ausnutzbarkeit der Leguminosen ist uns zum Theil durch Versuche des Verfassers bekannt. Erbsen, bei welchen nach dem Kochen die Schale entfernt wurde und die als Brei zubereitet waren, gaben als Verlust bei der Ausnutzung:

An Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat
9·1	17·5	3·6

Die Eiweißstoffe werden zwar nicht im Entferntesten so gut aufgenommen wie jene der Animalien, aber doch immerhin sehr gut und so reichlich, dass man sich leicht mit Erbsen, eventuell unter Zusatz anderer Stoffe, auf dem Eiweißgleichgewicht erhalten kann. Es scheint aber, dass die Erbsen in größeren Mengen (800 bis 900 *g* für den Tag) schlechter als Brot resorbiert werden. Das Legumin der Erbsen ist weniger gut ausnutzbar als die Klebereiweißstoffe.

Grüne Bohnen, welche bekanntlich sehr reich an Cellulose sind, zeigen sich schlecht ausnutzbar, da bis zu 15 Procent der eingeführten Trockensubstanz verloren wird (Rubner), besser Bohnenmehl (Prausnitz).

Bei der Zubereitung der Erbsen, Bohnen, Linsen soll kein kalkhaltiges Wasser verwendet werden, da das Kalkcarbonat mit dem Legumin eine schwer lösliche Verbindung eingeht.

In neuerer Zeit werden vielfach Leguminosenmehle in den Handel gebracht und Conserven hergestellt; als solche wären zu erwähnen die condensierten Suppen, Leguminosenmehl mit Fett, Kräutern, Salz comprimiert, ferner die Erbswurst, bestehend aus Erbsenmehl, Speck, Zwiebel, Salz, Gewürze. Diese Conserven scheinen sehr brauchbar, doch widerstehen sie leicht. Im Felde und zum Schiffsproviant mögen sie von Nutzen sein. Für die tägliche Verköstigung wird man sich bei den Leguminosen an die Rohmaterialien halten und diese in der Küche verwenden; die Mehle gelangen durchaus nicht immer in reinem Zustande in die Hände des Käufers.

Nicht selten werden Kindermehle durch Mischen von Leguminosen, Weizenmehl und Milch und Eintrocknen dieser beiden hergestellt. Solche Mehle zeigen dann einen reichlichen Fettgehalt.

Präparierte Mehle.

Diese Handelspräparate bestehen theils aus fein vertheiltem Mehl, theils aus Mehl, in welchem die Stärke in Dextrin oder Traubenzucker übergeführt ist.

Zu den ersteren ist Arrowroot, Conflover, Maizena zu rechnen, sie besitzen nur den Nährwert des Stärkemehles.

Zur Umwandlung in Dextrin befeuchtet man Mehl (z. B. 100 *kg*) mit einer verdünnten Säure (40 *l* 1procentiger Säure), trocknet und erhitzt auf 100 bis 125°. Um nun eventuell noch Zucker zu erhalten, lässt man Malzauszug auf das Dextrin wirken.

Bei der Bereitung der Stärke des Handels (Pudermehl) fällt Kleber ab, dieser kann der menschlichen Ernährung nutzbar gemacht werden. So wurde derselbe dem Mehle zugemengt und eiweißreiche Maccaroni, die gut ausnutzbar sind, hergestellt (Guilleaume in Köln), andererseits kommt der Kleber als Pulver in den Handel (Hundhausen).

Als Zusatz zu Kartoffeln eignet sich das Kleberpulver vorzüglich (Constantinidi).

Siebentes Capitel.

Die Kartoffel.

Die Kartoffel hat sich seit der Zeit Friedrichs des Großen, als ihr Anbau noch erzwungen werden musste, in ein gebräuchliches und beliebtes Nahrungsmittel umgewandelt. Sie wurde bereits in den Jahren 1580 bis 1585 von den Spaniern nach Europa eingeführt. Sie verlangt zu ihrer Entwickelung keine in engen Grenzen sich bewegende Temperatur, wie viele andere Culturpflanzen und gedeiht wie in Süditalien so auch noch bis zum 66. Breitegrad. Zwar ist warme, mäßig feuchte Witterung ihr am zusagendsten; doch gedeiht sie auch auf sehr mäßigem Boden und liefert reiche Erträge, bis zu 12.000 und 16.000 *kg* pro 1 *h*.

Es vereinigen sich in ihr alle Eigenschaften, welche der weiteren Verbreitung Vorschub leisten.

Ihre Zusammensetzung ist nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen. 100 Theile frischer Substanz enthalten:

				Mittel
Wasser.	68	bis	83	76·0
Eiweiß	0·5	„	3·6	1·79
Fett	0·05	„	10.8	0·16
Stärke	12·0	„	16·6	20·56
Holzfaser	0·3	„	1·4	0·75
Asche	0·4	„	1·5	0·97

Die Kartoffel ist von einer Hülle umgeben, welche im Wesentlichen aus Cellulose besteht und beim Essen beseitigt wird.

Nimmt man frische Kartoffeln, schält dieselben und presst sie in einer Presse aus, so ist es nicht schwer, in großer Menge Kartoffelsaft zu erhalten, eine anfänglich leicht bräunliche, an der Luft sich dunkel färbende Flüssigkeit von saurer Reaction.

In diesem Safte sind 82 Procent der eiweißartigen Substanzen der Kartoffel vorhanden; es sind lösliches Eiweiß, Zucker, Pepton, Amidverbindungen (Glutaminsäure, Asparagin, Leucin, Tyrosin, Xanthin) und Salze gefunden worden.

Von dem Gesammtstickstoff der Kartoffel, der hier als Eiweiß berechnet wird, sollen 56·2 Procent, d. h. über die Hälfte in Form von Asparagin und Amidosäuren vorhanden sein (E. Schulze und J. Barbieri).

Die Kartoffel ist ein sehr wässeriges und eiweißarmes Nahrungsmittel, sie enthält nur $1/3$ bis $1/4$ der Eiweißstoffe wie Weizenmehl (auf gleiche Trockensubstanz berechnet); trotzdem kann man sich mit Kartoffelkost leichter erhalten als bei Brotzufuhr. Unter den Salzen wiegt das phosphorsaure Kali vor.

Die Kartoffel erfährt beim Kochen eine Veränderung: das Stärkemehl wird in den gequollenen Zustand übergeführt, ein Theil der im Safte vorhandenen Eiweißkörper gerinnt. Eine Gewichtszunahme oder Abnahme der Kartoffel lässt sich aber nicht nachweisen.

Beim Braten wird dagegen Wasser verdampft und Röstproducte gebildet. Die Resorption der Kartoffel ist, bei mäßiger Aufnahme und wenn die Kartoffel sorgfältig zerkleinert wird, günstig, bei Aufnahme großer Mengen und gerösteter Kartoffeln u. s. w. dagegen erheblich ungünstiger. Die Ausnutzung beträgt nach Rubner und Constantinidi:

	Verlust in Procenten	
	Kartoffelbrei	Kartoffel verschiedener Zubereitung
Trockensubstanz . .	—	9·4
Eiweiß	19·5	32·2
Kohlehydrate . . .	0·74	7·6

Die Kartoffelcellulose wird zum größten Theile (79 Procent) im Darmcanal verdaut (Constantinidi).

Schädliche Beschaffenheit können die Kartoffeln annehmen:

a) Wenn sie nicht völlig reif aus der Erde herausgenommen werden. Unreife Kartoffeln sind nicht mehlig, sondern schliffig. So lange man

in den Vertiefungen der Oberfläche der Kartoffeln keine Spur von Keimen findet, sind sie als unreif zu betrachten. Der Genuss unreifer Kartoffeln ruft Diarrhöen und Verdauungsbeschwerden verschiedener Art hervor.

b) Durch Erfrieren. Das Amylum ist in den Kartoffeln in membranöse Zellen eingeschlossen; gefriert die Kartoffel, so werden durch die Ausdehnung des gefrorenen Wassers die zelligen Wände zerrissen und dadurch die Keimkraft der Kartoffel aufgehoben. So lange Kartoffeln gefroren sind, bleiben sie conserviert, nach dem Aufthauen aber sollen sie gleich consumiert werden, denn sonst werden sie welk, weich, lassen beim Einschneiden Wasser austreten und schmecken, da sich ein Theil Amylum in Zucker umgewandelt hat, süßlich. Später entwickeln sich durch Fäulnis andere Zersetzungsproducte, die gesundheitsschädlich sind.

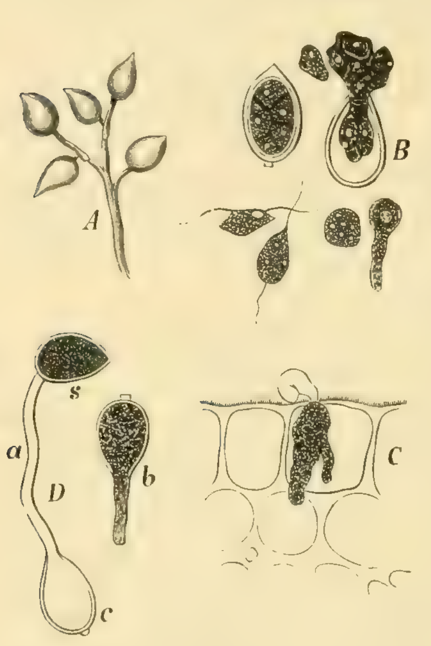


Fig. 212.

c) Durch Auswachsen (Keimen). Beim Auswachsen entwickeln sich aus den kleinen Grübchen an der Kartoffeloberfläche die darin enthaltenen Keime durch höhere Temperatur und Feuchtigkeit zu langen, schlanken, blassen Stengeln. Da hierbei Amylum in Cellulose umgewandelt und Eiweiß verbraucht wird, so ist dieser Process mit Nährstoffverlust verbunden. Bei diesem Process erscheint das in der Kartoffel sonst nur in sehr geringer Menge vorhandene giftig wirkende Solanin vermehrt, namentlich ist es in den Keimen und an den diese angrenzenden Stellen überaus reichlich. Kartoffeln mit zarter Schale keimen besonders leicht. Durch Aufbewahrung in kühlen, luftigen, hellen Räumen lässt sich das Keimen lange Zeit verhüten.

d) Durch Krankheiten der Kartoffeln. Sowohl an der Schale als auch in der ganzen Knolle sind bei der Kartoffel die verschiedenartigsten pathologischen Veränderungen schon mit bloßem Auge wahrzunehmen: der sogenannte Aussatz, die Pusteln, die Flechte, das Fleckigsein, der Gries, die Pockenkrankheit, Schimmelbildungen, Warzen, Knollenluft, Grünanlaufen, Stränge im Gewebe, Tuberkeln im Gewebe, Seifigsein, Wässerigsein, Trockenfäule und Nassfäule.

Die Ursache der Nassfäule, der verbreitetsten und verderblichsten Kartoffelkrankheit, ist der vorstehend (von de Bary) dargestellte Pilz Peronospora infestans (Fig. 212).

A junger Zweig des Pilzes. *B* Schwärmsporenbildung. *b* Schwärmspore, welche sich durch die Epidermis eines Kartoffelstengels gebohrt hat. *D*. *a* die Conidie *c* bildet eine secundäre *s*. *b* Keimung einer Conidie.

Dieser Pilz gibt sich im Juni bis Mitte Juli durch braune Flecke auf den Blättern des Kartoffelkrautes und durch einen schwachen weißen Schimmel auf der Unterfläche der Blätter zu erkennen. Die braunen Flecke werden durch ein Mycelium verursacht, dessen Fäden auf der Unterfläche, bei feuchter Witterung auch an der Oberfläche des Blattes durch die Spaltöffnungen hervortreten und das Ansehen eines zarten Schimmels darbieten. Die Myceliumfäden verästeln sich außerhalb der Blattfläche und bilden an der Spitze dieser Äste Sporangien, welche, reif geworden, abfallen, sich bei Gegenwart von Feuchtigkeit ihrer Sporen in Portionen durch eine Öffnung an ihrer Spitze entledigen. Die Portionen Sporen bilden sich in Schwärmsporen um, verlieren aber bald ihre Wimpern und gestalten sich zu kugeligen Gebilden, welche sofort zu keimen beginnen. Die Keime dringen durch die Epidermis anderer Theile der Kartoffelpflanze und erzeugen ein neues Mycelium.

Alle diese Kartoffelkrankheiten, namentlich aber die Fäule, sind insofern von großer hygienischer Bedeutung, als durch sie eine große Menge von Stärke verloren geht. Doch liegen keinerlei Erfahrungen darüber vor, ob durch sie gesundheitsschädliche Wirkungen hervorgerufen wurden, weil Niemand von diesen Krankheiten hochgradig ergriffene Kartoffeln wegen ihres schlechten Geruches und Geschmackes isst.

Untersuchung der Kartoffeln.

Fälschungen der Kartoffeln sind in wahrem Sinne nicht möglich, allenfalls kann eine ungefähre Schätzung des Nährstoffgehalts, namentlich des Gehalts an Amylum in Frage kommen. Zu diesem Zwecke bestimmt man das specifische Gewicht der Kartoffel, wie wir es oben für das Ei angegeben haben. Der Stärkegehalt und der Trockengehalt der Kartoffeln ergibt sich durch Multiplication des specifischen Gewichts mit einer gewissen Zahl. Die nachfolgende Tabelle enthält diese Multiplicatoren. Die Zahlen über dem specifischen Gewicht dienen zur Berechnung des gesammten Trockengehalts, die Zahlen unter dem specifischen Gewicht zur Berechnung des reinen Stärkegehalts der Kartoffeln (Fresenius).

	28	27	26	24
Specifisches Gewicht	1·129—1·120,	1·119—1·115,	1·114—1·110,	1·109—1·105,
	21	20	18	17
	22	20	19	16
Specifisches Gewicht	1·104—1·083,	1·082—1·075,	1·074—1·069,	1·068—1·061.
	15	13	11	9

Die Conservierung der Kartoffeln wird in neuerer Zeit vielfach dadurch realisiert, dass man sie abkocht und aus den abgekochten Kartoffeln ein Mehl bereitet.

Gemüse und Obst.

Als Gemüse und Obst verwerten wir zahlreiche Wurzeln, Stengel, Blätter, Blüten und Früchte der verschiedenartigsten Pflanzen. Beide sind sehr wasserreiche, dagegen eiweiß-, stärke- und fettarme Nahrungsmittel. Namentlich ist das Obst das an Eiweiß relativ ärmste unter allen Nahrungsmitteln. Die chemische Charakteristik der wichtigsten Gemüse- und Obstsorten ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

Bezeichnung	Wasser	Eiweiß	Fett	Zucker	Extractivstoffe	Holzfaser	Asche
Möhren*)	87·05	1·04	0·21	6·74	2·66	1·40	0·90
Runkelrüben**	87·88	1·07	0·11	6·55	2·43	1·02	0·94
Kohlrüben	91·24	0·96	0·16	4·08	1·00	0·91	0·75
Kohlrabi	85·01	2·95	0·22	0·40	8·45	1·76	1·21
Spargel	93·32	1·98	0·28	0·40	2·34	1·14	0·54
Wirsing	87·09	3·31	0·71	—	6·02	1·23	1·64
Gartenerbsen	80·44	5·75	0·50	—	10·81	1·60	0·80
Blumenkohl	90·39	2·53	0·38	1·27	3·74	0·87	0·82
Rothkraut	90·06	1·83	0·19	1·74	4·12	1·29	0·77
Spinat	90·26	3·15	0·54	0·08	3·26	0·77	0·94
Gurken	95·60	1·02	0·09	0·95	1·33	0·62	0·39
Kopfsalat	94·60	1·41	0·31	—	2·19	0·73	1·03
Sellerie	84·09	1·48	0·39	—	11·79	1·40	0·84
Rettig	86·92	2·92	0·11	1·53	6·90	1·55	1·07
Radieschen	93·34	1·23	0·15	0·88	2·91	0·75	0·74
Äpfel	83·58	0·39	—	7·73	6·01	1·98	0·31
Birnen	83·03	0·36	—	8·26	3·74	4·30	0·31
Zwetschken	81·18	0·78	—	6·15	5·77	5·41	0·71
Kirschen	80·26	0·62	—	10·36	2·08	6·07	0·73
Weintrauben	78·17	0·59	—	14·36	2·75	3·60	0·53
Erdbeeren	87·66	1·07	0·45	6·28	1·21	2·32	0·81
Wallnüsse	4·68	16·37	62·68	—	6·17	7·89	2·03
Haselnüsse	3·77	15·62	66·47	—	9·03	3·28	1·83

Die Bedeutung der Gemüse- und Obstsorten liegt in ihrem Gehalt an vegetabilischen Salzen, an Zucker, freien Pflanzensäuren und an aromatisch-ätherischen Stoffen, welche für die Geschmacksveredlung unserer Speisen so wichtig sind.

Die Gemüse scheinen zum Theil, so weit sie untersucht sind, nur in geringem Grade ausnutzbar zu sein. Rubner hat die Möhren (gelben Rüben) und Wirsing näher untersucht. Der Verlust war dabei:

	An Trockensubstanz	Eiweiß	Kohlehydrat
Gelbe Rüben	20·7	39·0	18·2
Wirsing	14·9	18·5	15·4

Die Kohlehydrate werden daraus also nur sehr unvollkommen aufgenommen, schlecht auch bei den gelben Rüben das Eiweiß.

Bei den Blattgemüsen finden sich 40 bis 50 Procent des Gesammtstickstoffs nicht als Eiweiß, sondern als Amidverbindungen. Die Gemüse werden bei der Zubereitung meist noch wasserreicher als sie an sich sind; sie geben mancherlei Abfälle

Gemüse und Obst sollen nur in reifem Zustande genossen werden, da sie unreif erfahrungsgemäß Diarrhöen bedingen. Eine Ausnahme machen jedoch die Gurken, die nur in unreifem Zustande, genossen werden. Werden Gemüse und Obst in rohem Zustande, ungekocht genossen, so sollen sie stets sorgfältig gereinigt werden, da sie sonst leicht die Übertragung von Eiern und Jugendformen menschlicher Entozoën (Schnecken im Salat) vermitteln können.

*) Gelbe Rübe.
**) Weiße Rübe.

Die Conservierung des Gemüses geschieht in mehrfacher Weise:

a) Durch Sauerwerdenlassen. Die Methode ist namentlich bei Sauerkraut üblich. Es tritt hierbei eine Art Gährung ein, durch welche Milch- und Essigsäure gebildet und dem Kraut ein eigener, für Viele besonders angenehmer Wohlgeschmack ertheilt wird. So eingelegtes Sauerkraut ist monatelang haltbar.

b) Durch Compression nach dem Masson'schen Verfahren. Diese Methode hat den Vorzug, dass sie Gewicht und Raum der Conserven verringert und keiner besonderen Aufbewahrungsgefäße bedarf. Die Gemüse werden hierbei zunächst getrocknet, wobei das Eiweiß gerinnt, dann comprimiert und in die Form viereckiger Kuchen gebracht, welche entweder in Zinnfolien oder in Büchsen verschlossen werden. Es hat sich gezeigt, dass bei dieser Art der Conservierung die für das Gemüse so wesentlichen ätherischen Öle und überhaupt die geschmackbedingenden Stoffe verloren gehen oder gänzlich verändert werden. Übereinstimmend heißt es, dass Masson'sche Gemüseconserven einen heuartigen Geruch zeigen, der sich durch öfteres Abbrühen mit Wasser nur zum Theil beseitigen lässt.

c) Durch Einkochen in Büchsen oder Flaschen bei hermetischem Verschluss nach dem Appert'schen Verfahren. Durch diese Methode wird der Nährwert, die Verdaulichkeit und der Wohlgeschmack des Gemüses erhalten.

d) Gemüse und Obst lassen sich durch Einlegen in Öl, Essig und Zuckerlösungen conservieren. Diese Flüssigkeiten wirken ebenfalls durch Luftabschluss. Grünes, in Essig conserviertes Gemüse, namentlich Gurken, Kapern u. s. w., wird häufig, wenn durch die Länge der Zeit die beliebte grüne Farbe verändert ist, durch Kupferlösungen künstlich grün gefärbt. Der kupferrothe Überzug eines in solches Gemüse eingelegten Eisenstabes constatiert ein solches Vorgehen.

e) Obst wird auch durch Trocknen conserviert. Hauptsächlich sind es Zwetschken, welche gedörrt sich lange Zeit conserviert erhalten.

Schwämme (Pilze).

Die Schwämme besitzen einen nicht unbedeutenden Gehalt an Nahrungsstoffen. Sie enthalten zwar keine größeren Kohlehydratmengen, namentlich keine Stärke, dafür jedoch etwas Mannit und Traubenzucker. In frischem Zustande sind sie sehr wasserhaltig; sie verlieren dasselbe leicht durch Trocknung und nehmen auch beim Kochen an Volumen etwas ab. Die Zusammensetzung kann nach jener der Champignons bemessen werden; 100 Theile enthalten:

	Frisch	Getrocknet
Wasser	91·1	17·5
Eiweiß	2·6	23·8
Fett	0·1	1·2
Mannit	0·4	3·6
Zucker	0·7	6·0
Stickstoffreie Stoffe	3·7	34·6
Cellulose	0·7	6·2
Asche	0·7	7·0

Nicht giftige Pilze sind der Champignon, die Trüffel, der Reitzker, Mufferon, der Hahnenkamm, Steinpilz, der Pfifferling. Die häufig als ungiftig angeführten Morchelarten sind nach Böhm und Külz keineswegs ungefährlich.

Der Nährwert der Schwämme wird vielfach mit Unrecht übertrieben: man beachtet meist nur die chemische Zusammensetzung der trockenen Schwämme, ohne sich klar zu machen, dass die Schwämme in trockenem Zustande ungenießbar sind. Ihr Eiweißreichthum wird überschätzt.

Die Schwämme haben einen hohen Gehalt an Amiden, Amidosäuren und Ammoniak; die Angaben über den Eiweißgehalt sind $^1/_4$ bis $^1/_5$ zu hoch bemessen.

Das Wichtigste bleibt, dass die Nahrungsstoffe der Schwämme recht schlecht ausgenutzt werden. Saltet hat erwiesen, dass von dem Eiweiß des Champignons nur etwa 67·8 Procent resorbiert und 32·2 Procent unausgenutzt bleiben, und Ähnliches hat Uffelmann gefunden.

Beim Einsammeln soll die Vorsicht beachtet werden, nur junge und vollkommen frische Stücke auszuwählen; bei anhaltend nasser Witterung faulen die Schwämme leicht und werden wasserreicher als bei trockener Witterung. Schwämme sollen bald nach dem Sammeln gekocht und aufgewärmte Gerichte wegen der leicht entstehenden Verdauungsstörungen nicht genossen werden.

Conserviert werden die Schwämme durch Trocknung.

Der Genuss schädlicher, giftiger Schwämme fordert in jedem Jahre viele Opfer an Menschenleben. Man glaubt, die Unglücksfälle vermeiden zu können, indem man die Marktaufseher verpflichtet, sich eine gründliche Kenntnis der schädlichen Schwämme zu verschaffen und den Schwammarkt genau zu controlieren. Wie wenig zuverlässig die Kenntnisse solcher Marktaufseher sind, lehrt ein Fall in Triest, bei dem mehrere Leute und der Marktaufseher selbst, der auf den Markt gelangte Schwämme als gut empfohlen und selbst davon gekauft hatte, nach dem Genuss derselben erkrankten. Es ist deshalb von Wichtigkeit, dem Publicum den Grundsatz einzuprägen, es solle nur solche Schwämme genießen, die es selbst als unschädlich kennt.

Die Angaben, dass die giftigen Schwämme eine auffallend grelle Farbe, einen beissenden, scharfen Geschmack besitzen, schnell faulen, an den Bruchflächen rasche Farbenveränderungen zeigen, weiße Zwiebel beim Kochen schwarz färben, sind durchaus nicht verlässlich.

Der Unterricht über Schwämme sollte in allen Volksschulen, namentlich auch in Dorf- und Landschulen, fleißig geübt und dabei von den Lehrern hauptsächlich lebende Exemplare für ihre Demonstrationen benutzt werden.

Mit Rücksicht auf die Unsicherheit und Schwierigkeit der Unterscheidung genießbarer von ungenießbaren Schwämmen und der hohen Gefahr, die der Genuss giftiger Schwämme mit sich führt, verbieten die meisten Marktordnungen, zerkleinerte Schwämme auf den Markt zu bringen. Ausgenommen sind nur die Morcheln (s. o.), Trüffeln und die Herrenpilze, da diese auch zerkleinert noch leicht erkennbar sind.

Achtes Capitel.

Pflanzenfette.

Von reinen Pflanzenfetten ist als Nahrungsmittel das Olivenöl das wichtigste. Das in dem Fruchtfleische der reifen Oliven enthaltene Öl ist das beste; das Öl der Kerne schmeckt bitterlich. In den deutschen Handel gelangen nur zwei Sorten von Olivenöl, welche zu Speisen verwendbar sind, und zwar Jungfernöl, goldgelb oder grünlich, sehr mild, angenehm schmeckend, durch kaltes Pressen der von den Kernen befreiten Früchte bereitet, und ordinäres Speiseöl, durch kaltes Pressen der gemahlenen Oliven in verschiedenen Graden der Reife gewonnen. Das gute Speiseöl gerinnt bei + 4° C. zu einer festen Masse; die geringeren Sorten, namentlich die heißgepressten, gerinnen früher, bei + 5° bis + 6° C.; sie haben eine grünliche Farbe, ranzigen Geschmack und sind meist trübe. Das specifische Gewicht liegt zwischen 0·915 und 0·918.

Verfälschungen des Olivenöls mit anderen, billigen Ölen sind sehr häufig und meistentheils schwer nachweisbar, weil alle fetten Öle viel Übereinstimmendes miteinander haben. Bei der Prüfung des Öles auf seine Echtheit hat man außer Geruch und Geschmack, Farbe und Consistenz vornehmlich noch das specifische Gewicht, sein Verhalten bei niederen Temperaturgraden (Erstarrungspunkt), gegen salpetrige Säure (Elaidinprobe) und gegen Schwefelsäure zu beachten.

Sesamöl hat ein specifisches Gewicht von 0·921 bis 0·923 und setzt bei 0° festes Öl ab und erstarrt völlig bei — 5° C.

Mohnöl, specifisches Gewicht 0·925, erstarrt bei — 18° und wird erst bei — 2° flüssig.

Wallnussöl, specifisches Gewicht 0·928, erstarrt bei 28°.

Bucheckeröl, specifisches Gewicht 0·920 bis 0·923, erstarrt bei — 17°.

Rüböl, kressenartig riechend, specifisches Gewicht 0·911 bis 0·914, erstarrt bei — 6° bis — 8°.

Erdnussöl, specifisches Gewicht 0·915, erstarrt bei — 3°.

Baumwollsamenöl, specifisches Gewicht 0·920, erstarrt bei + 2°.

Alle nicht trocknenden Öle, zu denen auch das Olivenöl gehört, unterscheiden sich von den trocknenden dadurch, dass erstere die Eigenschaft haben, durch salpetrige Säure in eine weiße feste Masse verwandelt zu werden, während die trocknenden dabei flüssig bleiben; darauf beruht die Elaidinprobe: Man gießt 20 bis 30 *g* des zu prüfenden Öles auf Wasser und leitet in letzteres gasförmige salpetrige Säure, die man aus einem Apparate, in dem 20 bis 30 *g* Eisenfeile mit dem gleichen Gewichte Salpetersäure langsam erwärmt werden, entwickelt. Nach 10 Minuten stellt man das Glas an einen kühlen Ort. Reines Olivenöl muss nach Verlauf einer Stunde zu einer völlig harten, krümligen Fettscheibe erstarrt sein. Ist das Öl nicht fest geworden, oder zeigt es beim Zerdrücken sich weich und schmierig, so enthält es fremde Öle in größerer oder kleinerer Menge.

Von fremden Ölen wird gegenwärtig am häufigsten Sesamöl zur Fälschung des Olivenöls benutzt. Zu einem Nachweis mischt man gleiche Raumtheile reiner Salpetersäure von 1·33 specifischem Gewicht und reiner concentrierter Schwefelsäure, bringt 20 Tropfen Öl in ein auf weißer Unterlage stehendes Uhrglas, setzt 4 bis 5 Tropfen der Säuremischung zu und rührt um; reines Olivenöl bleibt farblos oder wird etwas gelblich, mit Sesamöl gefälschtes färbt sich grün.

Das Olivenöl wird häufig, um den hohen Zoll, der auf Speiseöl gesetzt ist, zu umgehen, von dem Versender als zu „technischen Zwecken“ bestimmt bezeichnet. Die Steuerbehörde pflegt dann Terpentin oder Rosmarinöl zuzusetzen, um es als Speiseöl unbrauchbar zu machen. Ein solches Öl kann jedoch durch Erhitzen von dem zugesetzten Terpentin oder Rosmarinöl befreit und als Speiseöl wieder in den Handel gebracht werden, da es nicht riecht. Es schmeckt aber unangenehm und erregt leicht Erbrechen

Bei Aufbewahrung des Olivenöls hat man darauf zu achten, dass es vor Licht- und Luftzutritt geschützt sei und an einem kühlen Orte, am besten im Keller, gehalten werde.

In Folge mangelhafter Aufbewahrung in metallenen Gefäßen kann das Öl metallhaltig werden. Außerdem kommt es vor, dass verdorbenes, namentlich ranziges Öl mit metallischem Blei oder mit Bleioxyd absichtlich digeriert wird, weil man glaubt, dass das Blei beim Ranzigwerden die Fettsäure binde und den Geschmack verbessere. Die Metalle lassen sich behufs Nachweis durch Schütteln des Öles mit Essigsäure entfernen, letztere wird dann weiter untersucht.

Neuntes Capitel.

Zuckerhaltige Nahrungsmittel.

Zucker und Syrup.

Der Zucker ist Genuß- und Nahrungsmittel zugleich. Bezüglich der Haltbarkeit wird Zucker von keinem Nahrungsmittel übertroffen.

Der im Handel vorkommende Zucker wird theils aus dem Safte des Zuckerrohrs, theils aus dem der Zuckerrübe gewonnen. Das Verfahren der Zuckergewinnung wird im Abschnitt über Gewerbehygiene näher erörtert werden.

Die bei der Reinigung des Zuckers zurückbleibende Mutterlauge wird Raffinadmelasse, auch schwarzer, holländischer Syrup genannt. Dieser Syrup enthält zum großen Theil unkrystallisierbaren Zucker, dann aber noch viele andere Beimengungen, insbesondere nicht abscheidbare Eiweißkörper, mancherlei organische Verbindungen aus den Rüben, endlich alkalische und metallische Salze vom Material und den Apparaten der Fabrication. Dieser Gehalt bedingt einen höchst widrigen, salzigen Geschmack, einen stinkenden Geruch und eine störende Wirkung auf den Verdauungscanal; die Melasse darf demnach als Nahrungsmittel nicht angeführt werden.

Die Eigenschaften der Melasse übertragen sich einigermaßen auch auf den Zucker, wenn auch in sehr mäßigem Grade, je nachdem derselbe mehr oder weniger raffiniert ist. Volle Raffinade ist ein der chemischen Reinheit sehr nahe kommendes Product. Die Melasse von Colonialzucker (aus Zuckerrohr) ist von den gegen die Rübenmelasse erhobenen Bedenken frei und infolge der ungleich größeren Reinheit des Zuckerrohrsaftes nicht in gleicher Weise mit Salzen und stickstoffhaltigen Substanzen behaftet.

Der augenblicklich im Handel vorkommende sogenannte Colonialsyrup ist meistentheils Kartoffelstärkesyrup. Derselbe ist so billig, dass er die Rohrzuckermelasse ganz vom Markt verdrängt hat, aber ein nicht unbedenkliches Product; neuerdings hat man im Kartoffelstärkesyrup einen nicht unbeträchtlichen Arsengehalt nachgewiesen, der von der Verwendung arsenhaltiger Schwefelsäure bei der Umwandlung der Kartoffelstärke in Kartoffelzucker herrührt.

Guter Zucker ist rein weiß, glänzend, hart, ohne farbigen Schatten, trocken. Völlig reiner Zucker löst sich vollständig in Wasser zu einer farblosen Flüssigkeit, die keinerlei Sediment absetzt. Die besten Zucker-

sorten sind fast vollständig frei von fremden Bestandtheilen und enthalten nur etwa 0·25 Procent Wasser. Mindere Sorten aber können bis 10 Procent Wasser besitzen.

In unreinen, melassehaltigen Zuckersorten werden nicht selten Pilze und Milben gefunden. Auffällig ist bei solchen Zuckerarten der urinartige, schlechte Geruch. Derselbe lässt sich am leichtesten finden, wenn man in eine Zuckerdose, welche mehrere Stunden geschlossen war, beim Öffnen rasch hineinriecht. Dieser üble Geruch ist nur dem Rübenzucker in dem Fall eigen, wenn ihm noch Melasse anhängt.

Der Zucker unterliegt nicht leicht Fälschungen und sind auch Verunreinigungen nur in den minderen Sorten hie und da anzutreffen. Von einzelnen Seiten wird das Vorkommen von Glykose und von Dextrin behauptet. Erstere wird durch die Vornahme der Traubenzuckerreaction leicht erkannt.

Man macht mit Natronlauge alkalisch und träufelt dann so lange Kupfersulfat zu, bis eben eine Spur von Kupferoxydhydrat ungelöst bleibt, und erwärmt. Erhält man Reduction, so ist neben dem Rohrzucker noch eine andere Zuckerart vorhanden.

Beim Kochen mit Natronlauge bleibt reiner Rohrzucker ungefärbt, während Traubenzucker, Milchzucker etc. sich bräunen; dagegen wird Rohrzucker leicht durch Zugabe von $^1/_4$ des Volums an concentrierter Schwetelsäure braun gefärbt.

Beim Erwärmen mit Bartöd's Reagens (neutrales essigsaures Kupfer) reduciert nur der Traubenzucker.

Wenn man Mischungen von Trauben- und Rohrzucker mit Bleizucker erhitzt und Ammoniak einträufelt, erhält man einen gelbrothen Niederschlag; Rohrzucker allein gibt Reaction nicht (Rubner).

Zum Nachweis des Dextrins empfiehlt es sich, 13 *g* des fraglichen Zuckers in 30 cm^3 Wasser zu lösen und einen Theil der Lösung mit 90 bis 95 Procent Alkohol zu versetzen, welcher bei Gegenwart von nur $^1/_2$ Procent Dextrin eine milchige Trübung hervorbringt, den anderen Theil mit einer wässerigen Jodlösung, durch die eine weiße bis purpurrothe, bisweilen auch violette Färbung hervorgebracht wird.

Sehr regelmäßig pflegt man, nach dem lange bestehenden, überall verbreiteten Gebrauche, dem raffinierten Zucker mittelst färbender Stoffe ein weißeres Aussehen zu geben. Das gewöhnliche, allgemein verwendete Mittel ist Ultramarin, selten Indigokarmin. Beide können der Natur der Sache nach eben nur in dem Verhältnisse angewendet werden, um den schwachen gelblichen Stich zu decken. Das Blau ist sonach, namentlich bei sehr intensiver Färbekraft der genannten Materialien nur in geringer Menge vorhanden. Immerhin kann man das Ultramarin beim Auflösen des Zuckers in Wasser als einen nach längerem Stehen am Boden sich absetzenden blauen Niederschlag, der beim Behandeln mit Salzsäure seine blaue Farbe verliert und zugleich den Geruch von Schwefelwasserstoff entwickelt, erkennen. Gesundheitsschädlich ist das Ultramarin an sich nicht und außerdem in Wasser unlöslich.

Honig und Conditoreiwaren.

Honig ist eine Substanz, welche die Bienen aus den Nektarien der Blüten einsaugen, in ihrem Magen umwandeln und durch den Mund wieder von sich geben. Je nach den Blüten, welche die Bienen zur Honigbereitung ausnutzen, hat der Honig eine verschiedene Zu-

sammensetzung. Der Genuss von aus Blüten giftiger Pflanzen producierten Honig kann erfahrungsgemäß giftige Wirkungen hervorrufen.

Honig besteht wesentlich aus Fruchtzucker, Wachs, Farbstoff, Gummi, Salzen und freier Säure (Äpfelsäure, Milchsäure, Ameisensäure). Er soll an kühlen Orten aufbewahrt werden, sonst wird er sauer.

Der Honig wird häufig gemischt oder auch gänzlich nachgemacht mit gefärbtem Stärkesyrup unter Zusatz von Mandelpulver, verschiedenen Mehlen, Gummi, Wachs u. s. w. Solche Artefacte werden im Handel unter den verschiedensten täuschenden Bezeichnungen feilgeboten, als „türkischer Honig", „Schweizer Honig" u. s. w.

Als Erkennungszeichen des echten Honigs dient das specifische Gewicht von 1·415 bis 1·440, die vollständige Auflösbarkeit in Wasser (wobei die unlöslichen fremden Substanzen sich ausscheiden) und der Nichteintritt blauer Färbung bei Zusatz von Jodtinctur.

Wenn auch die verschiedenen Conditoreiwaren als entbehrliche Luxusartikel für gewöhnlich hauptsächlich nur von einem geringen Theil der Bevölkerung consumiert werden, so muss doch in Betracht kommen, dass Fruchtsäfte, Gelées, Limonaden etc., welche bekanntlich auch von Kranken und Reconvalescenten aus allen Schichten der Bevölkerung recht viel genossen werden, häufig verfälscht vorkommen, so dass statt der echten Ware eine wertlose Nachahmung zum Verkaufe gelangt. Von Wichtigkeit sind auch besonders jene Conditoreiwaren, welche ihres billigen Preises wegen in großer Menge als N a s c h w e r k v o n K i n d e r n genossen werden; wiederholt ist solche Ware in gesundheitsgefährlicher, giftiger Beschaffenheit in den Consum gebracht worden.

Bei Conditoreibackwerken findet nicht selten zum Zwecke der Gewichtsvermehrung Zusatz von Gyps oder Schwerspat statt. Statt Honig wird der billige (mitunter arsenhaltige) Kartoffelzucker, statt der echten Fruchtsäfte und Limonaden werden künstliche Äther und Essenzen unter Beimischung oft schädlicher Substanzen verwendet. Vielen Zuckerwaren wird der beliebte Mandelgeschmack durch Zusatz von rohem Bittermandelöl oder Nitrobenzol (Essenz de Mirban) verliehen. Beide diese Stoffe sind bekanntlich giftig, und zwar das Nitrobenzol an und für sich und das rohe Bittermandelöl wegen seines Gehaltes an Blausäure (chemisch reines Bittermandelöl ist ungiftig). Beschädigungen durch solches Zuckerwerk sind häufig beobachtet worden. Es ist dringend geboten, die Verwendung derartiger Präparate zu den genannten Esswaren zu verbieten.

Zur Färbung der Conditoreiwaren werden ebenfalls nicht immer solche Farbstoffe verwendet, die erwiesenermaßen ganz unschädlich sind, obwohl dem Conditor eine richtige Auswahl gänzlich unschädlicher Farbstoffe keine Schwierigkeit bereitet. Unschädlich sind: weiß: Mehl, Stärke; roth: Cochenille, Karmin, Rothrüben-, Kirschensaft; gelb: Safran, Saflor, Curcuma; blau: Indigolösung, Lackmus; grün: Spinatsaft, Mischungen unschädlicher gelber und blauer Farben; violett: Mischungen unschädlicher blauer und rother Farben; braun: gebrannter Zucker, Lakritzensaft; schwarz: chinesische Tusche, Chocolade.

Zur Prüfung auf schädliche Metallfarben wird die Farbe abgekratzt, mit verdünnter Salpetersäure gekocht und filtriert, das Filtrat

durch Eindampfen von der freien Salpetersäure befreit und der mit Wasser aufgenommene Rückstand nach den Regeln der einfachen Analyse auf Metalle geprüft.

Die Prüfung der Conditoreiwaren auf etwaige schädliche Pflanzen- oder Theerfarben kann in derselben Weise vorgenommen werden, wie die Untersuchung der Liqueure auf diese Stoffe, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Zehntes Capitel.

Die Gewürze.

Die Gewürze enthalten Substanzen von verschiedenem chemischen Charakter, meist ätherische Öle, Harze, welche eine nervenerregende Wirkung ausüben. Diese üben theils durch ihren Geruch, theils durch ihren Geschmack einen wichtigen Einfluss, indem sie das Verlangen nach Nahrungsaufnahme beleben und die Absonderung der Verdauungssäfte vermehren.

Die Gewürze werden oft gefälscht, und zwar besonders häufig im gepulverten Zustande, so dass sie gepulvert billiger zu haben sind als unzerkleinert. Das Publicum kann sich vor Gewürzverfälschungen am besten schützen, wenn es zerkleinertes Gewürz nicht kauft. Alle Gewürze, die als Hauptbestandtheil flüchtige ätherische Öle enthalten, sollten in dicht schließenden Gefäßen sorgfältig aufbewahrt werden.

Pfeffer.

Von den Gewürzen ist der Pfeffer weitaus das verbreitetste. Der schwarze Pfeffer besteht aus den unreifen Früchten des Pfefferstrauches (Piper nigrum) sammt Schalen. Weißer Pfeffer aus den reifen, von ihren Schalen durch Einlegen in Kalkwasser befreiten Früchten. Die wirksamen Bestandtheile des schwarzen und weißen Pfeffers sind ein scharfes Harz, ein scharfes ätherisches Öl (etwa 1 Procent) und ein Alkaloid, Piperin (etwa 4 bis 9 Procent). Die Stoffe sind namentlich in der Schale angehäuft.

Verfälschungen des Pfeffers kommen sehr häufig vor. Pfeffer wird nicht nur im gemahlenen Zustande mit verschiedenen Mehlen, Hanf, Leinsamen, Bertramswurzel, gebranntem Elfenbein, Palmölrückständen u. dgl. vermischt, sondern es werden auch vollständig nachgemachte Pfefferkörner im Handel vorgefunden, bestehend aus Ölkuchen, Lehm und Cayennepfeffer.

Bei Untersuchungen auf Pfefferverfälschung ist zu berücksichtigen, dass der Pfeffer naturgemäß Staub und Schalen in einer je nach Umständen, Qualität, Lagerungsverhältnissen u. s. w. wechselnden Menge enthält, so dass der Aschengehalt zwischen 3·5 und 6·5 Procent schwankt. Außer der Aschenanalyse ist die mikroskopische Untersuchung für die Erkennung fremder Zusätze von Wesenheit.

Der gepulverte Pfeffer bietet mehrere charakteristische Formelemente.

Fig. 213 I. *sp sp* Spiralgefäße mit anhaftenden Steinzellen *tp tp* und Parenchymzellen *p p* II. Gewebe der inneren Fruchthautpartien *s s* mit anhängenden Zellen *ep' ep'* der Innenepidermis. III. Eine Gruppe von Steinzellen *tp tp* aus den äußeren Partien der Fruchthaut; *A A* Kleistermassen aus den Zellen des Eiweißkörpers; *A' A'* Stärkekörnchen; *K* Krystalle von Piperin; *ep* Fruchtgehäuseoberhaut.

Piment, auch Nelkenpfeffer, Jamaikapfeffer genannt.

Piment, auch Neugewürz genannt und seit 1605 in Europa eingeführt, sind die Früchte von Pimenta officinalis, einem Baume, welcher in Westindien heimisch, in Mexiko, Brasilien, auch in Ostindien angebaut wird. Sie sind erbsengroß, kugelig, röthlichbraun oder graubraun, an der Oberfläche mit kleinen Wärzchen besetzt. Sie besitzen einen stark gewürzhaften Geruch, einen brennenden Geschmack, sind fest und leicht zu

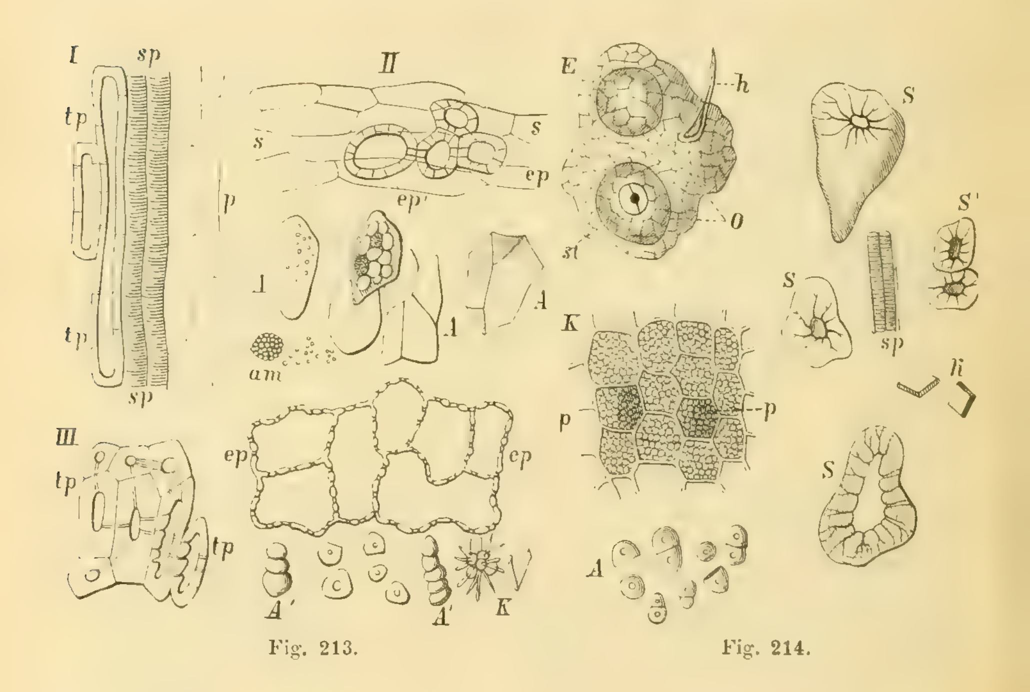


Fig. 213. Fig. 214.

pulvern. Das dünne Fruchtgehäuse umschließt ein bis zwei Fächer; jedes Fach ein bis zwei fast kreisrunde, glänzend dunkelbraune, etwas gedrehte Samen.

Neben Stärkemehl, fettem Öl, Gerbstoff, enthält der Piment reichliche Mengen ätherischen Öls (oft mehr als 6 Procent).

Der Piment ist ein allgemein beliebtes Gewürz für Speisen, Backwaren und andere Genussmittel. Auch in der Liqueurfabrication findet er Verwendung.

Der gemahlene Piment unterliegt ähnlichen Fälschungen wie der Pfeffer; zuweilen setzt man ihm überdies gemahlene Nelkenstiele und Sandelholz zu. Das Pulver des Piments zeigt unter dem Mikroskop folgende charakteristische Gewebselemente (Fig. 214): Stück der Oberhaut mit durchschimmernden Ölhöhlen *O*, mit einem Haar *h* und einer Spaltöffnung *st*. Dickwandige Steinzellen, viele mit verzweigten Porencanälen *S* und *S'*; Spiralgefäßfragmente *sp*, rhomboïdische Kalkoxalatkrystalle *K*, Gewebe des Keims mit den Farbstoffzellen *p p*; Stärkekörnchen aus den Zellen des Samens *A* (Vogl).

Spanischer Pfeffer.

Als spanischer Pfeffer oder Paprika bezeichnet man die Früchte von Capsicum annuum, einer einjährigen Pflanze, welche ursprünglich in Südamerika heimisch, gegenwärtig in allen wärmeren Ländern (in Ungarn, namentlich um Szegedin) gebaut wird. Paprika enthält eine reichliche Menge eines fetten Öles in den Samen und einen in Schalen und Samen enthaltenen kampferartigen Körper, der das würzende Princip darstellt (Strohmer).

Der gemahlene Paprika wird vielfach gefälscht, am häufigsten mit gemahlenem Zwieback, Mandelkleien, Rübölkuchen.

Charakteristische Formelemente sind: Zellen unter der äußeren (Fig. 215 *1*) und inneren Epidermis (Fig. 215 *2* und *3*), Oberhaut des Kelches mit einer Spaltöffnung (Fig. 215 *stm*), Gefäßbündel *sp*; Steinzelle *stz*; Parenchym aus der Fruchthaut *p*; Oberhaut des Samens (Fig. 215 *5*).

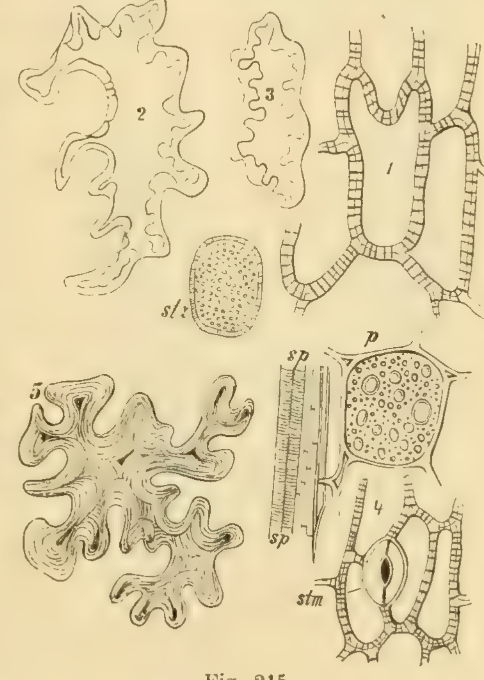


Fig. 215.

Zimmt.

Unter Zimmt versteht man die von den äußeren Gewebsschichten theilweise oder größtentheils befreiten und getrockneten Zweigrinden mehrerer Arten der Gattung Cinnamomum aus der Familie der Lorbeerartigen. Im Handel werden drei Zimmtsorten unterschieden: Caneel oder Ceylonzimmt (Cortex Cinnamomi), chinesischer oder Zimmtcassia (Cassia lignea) und der Holzcassia oder Malabarzimmt (Cassia vera).

Der Ceylonzimmt ist am gehaltreichsten, er enthält 1 Procent flüchtiges Öl, den Aldehyd der Zimmtsäure, Harz, Gummi und Gerbstoff.

Die Zimmtcassiarinde hat kurze, aber dicke, grobe Röhren, welche einfach oder höchstens doppelt eingerollt sind, so dass deren Mitte hohl bleibt. Ihre Oberfläche ist röthlichbraun, nicht glänzend, bisweilen mit kleinen, braunen Flecken besprengt. Ceylonzimmt ist glatt, bräunlichgelb, außen heller als innen gefärbt, von faserigem Bruch und besteht aus kartenblattdicken Baströhren, die zu 8 bis 12 so ineinandergerollt sind, dass sie in der Mitte keinen leeren Raum übrig lassen. Bei der Holzcassiarinde unterscheidet man zwei Sorten: die rothe und die graue. Die rothe Cassia vera ist von der Außenrinde befreit, von rothbrauner Farbe, auf beiden Seiten eben und gleichförmig, auf der Unterseite dunkler gefärbt. Die graue Cassia vera ist noch mit der grüngrauen, mit weißlichen Flechten dicht besetzten Außenrinde versehen. Die Rindenstücke dieser beiden Holzcassiarinden haben oft $\frac{1}{2}$ bis 1 *m* Länge, sind bis 40 *mm* stark, sehr hart und dicht, fast geruchlos. Der Geschmack ist schleimig, herb und zusammenziehend, wenig gewürzhaft.

Im Handel kommen Zimmtrinden vor, denen das Öl durch Extraction entzogen wurde.

Unterschiebungen kommen häufig vor, besonders — und das ist fast Regel — wird im gemahlenen Zustande statt Zimmtcassia Holzzimmt verkauft.

Weiter findet sich im gepulverten Zimmtpräparate infolge betrügerischer Manipulationen Pulver von Mandelschalen, Maismehl, Ziegelmehl, Eisenocker, Mahagonispänen, Zwieback u. s. w.

Derartige Fälschungen und Unterschiebungen werden am sichersten durch die mikroskopische Untersuchung des fraglichen Zimmtpräparats constatiert.

Beim Ceylonzimmt und bei der Holzcassia (Fig. 216) sind sie Steinzellen *st'* sehr zahlreich, zum großen Theil umfangreich (bis 0·1 *mm* lang), sehr dickwandig, mit sehr

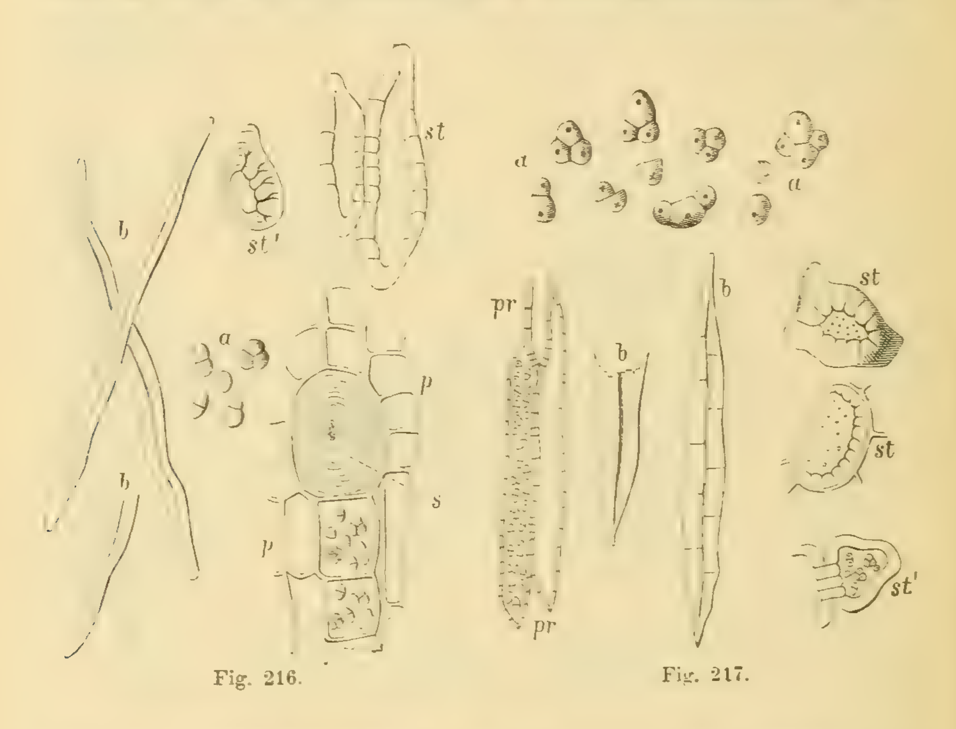


Fig. 216. Fig. 217.

zahlreichen, verzweigten Porencanälen. Wände der Bastfasern *b* und Steinzellen farblos. Stärkekörner *a* klein. Die Bastfasern des Ceylonzimmts sind 0·6 *mm* lang und fast durchaus ganz isoliert; der formlose Inhalt der Parenchymzellen *p* hellbraun, die Parenchymschichte enthält zerstreute große Schleimzellen *s*, die Bastzellen der Holzcassia sind nicht oder nur zum Theil isoliert und stehen meist mit anderen Gewebselementen in Verbindung. Der Inhalt der Parenchymzellen in gelbbraun. Es finden sich auch mehr oder weniger zahlreiche Reste des Korkes.

Die Steinzellen der Zimmtcassia *st* (Fig. 217) sind kleiner, meist weniger verdickt und vorwaltend mit einfachen Porencanälen. Stärkekörnchen größer, die Bastfasern *b* nicht oder nur einzelne isoliert, dicker und meistens länger (bis 0·9 *mm* lang), ihre Wände, sowie jene der Steinzellen gelb, der formlose Inhalt der Parenchymzellen braunroth oder rothbraun.

Muscatnuss, Muscatblüte.

Der auf den Molukken, Papuasinseln, Neu-Guinea heimische, dort wie in Ostindien, Südamerika cultivierte Muscatnussbaum, Myristica moschata, trägt rundlich-eiförmige, 50 *mm* dicke Früchte, welche, umschlossen von einer bräunlichen, lederartigen Schale, einen dieselbe fast völlig ausfüllenden Samenkern enthalten. Der Raum zwischen Schale und Kern wird von dem Samenmantel, einer Wucherung des Samennabelstranges, ausgefüllt. Dieser Samenmantel ist die Muscatblüte, der Samenkern die Muscatnuss.

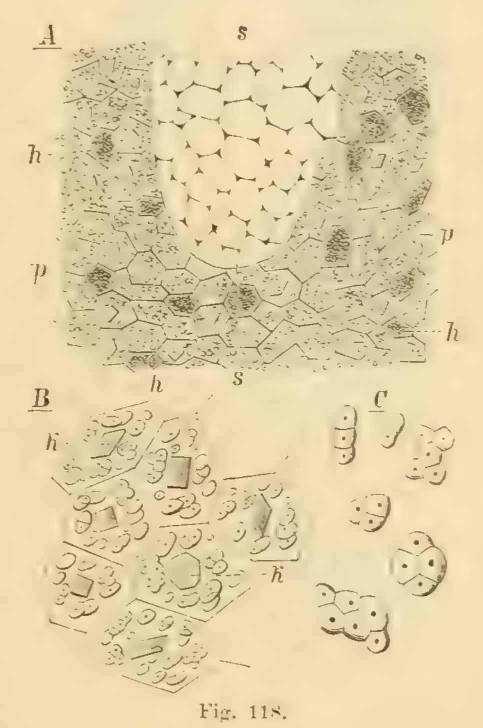


Fig. 118.

Beide enthalten ein dickflüssiges, dunkelgelb gefärbtes, fettes Öl in reichlicher Menge (nahezu 30 Procent) und eine dextrinähnliche Substanz. Die Muscatblüte enthält ferner 2 Procent, die Muscatnuss bis 6 Procent ätherisches Öl.

Das specifische Gewicht der Muscatnüsse wächst mit ihrem Gehalt an Öl, Fett und Stärke. Mittelsorten zeigen ein Gewicht von 1·090, ausgezeichnete Sorten ein specifisches Gewicht von 1·100. Man benutzt demnach das specifische Gewicht zur Prüfung auf die Güte der Muscatnüsse.

Wurmstichige Ware wird häufig durch Verkleben der Wurmlöcher verkäuflich gemacht.

Fälschungen durch künstliche Nachbildungen (Mehlteig, Kreide, Thon etc.) werden unschwer zu entdecken sein.

Bei der mikroskopischen Untersuchung lassen sich die charakteristischen Formelemente der Muscatnuss erkennen. Das Pulver zeigt vieleckige, dünnwandige, mit Stärkemehlkörnchen erfüllte Zellen.

Die Stärkemehlkörnchen sind hie und da in einer fettigen, rothbraunen Masse eingebetet. Sind sie zu 2, 3, 4 und mehr meist regelmäßig zusammengesetzt, das Theilkörnchen zeigt eine rundliche oder eckige Kernhöhle. In den meisten der Stärkemehl führenden Zellen findet sich von Stärkemehlkörnchen umlagert ein krystallförmiger rhomboidisch oder kubisch gestalteter Körper (Krystalloid).

Fig. 218. *A* Partie eines Querschnittes; *s s* Gewebe der in das Parenchym eingestülpten Samenhaut. *B* Zellen des Eiweißkörpers, stärker vergrößert; in denselben Krystalloide *k k* von Stärkekörnchen umgeben. *C* Stärkekörnchen. In zerstreuten Zellen sind die Stärkekörnchen in eine dunkelrothbraune, öligharzige Masse eingebetet (Fig. 218 *A h h*).

Das Pulver der Muscatblüte zeigt unter dem Mikroskop gerundete, kantige oder eiförmige Ölzellen (0·04 bis 0·08 *mm*).

Nelken.

Nelken sind die noch unaufgeschlossenen Blüten des Caryophyllus aromaticus, eines auf den Molukken einheimischen, dort, in Ostafrika, Brasilien und Westindien cultivierten Baumes aus der Familie der Myrtaceen. Sie enthalten bis 25 Procent eines ätherischen Öles, das specifisch schwerer ist als Wasser, ferner Harz, Gummi und Extractivstoffe.

Bereits erschöpfte Nelken kommen im Handel häufig vor: man versetzt gute Sorten damit oder verwendet sie zur Fälschung gemahlener Nelken. Außerdem werden gepulverte Nelken mit Getreide- und Eichelmehl, zerriebenen Rübölkuchen, Mandelkleie, Brotrinde, Zwieback, Ziegelmehl u. s. w. gefälscht.

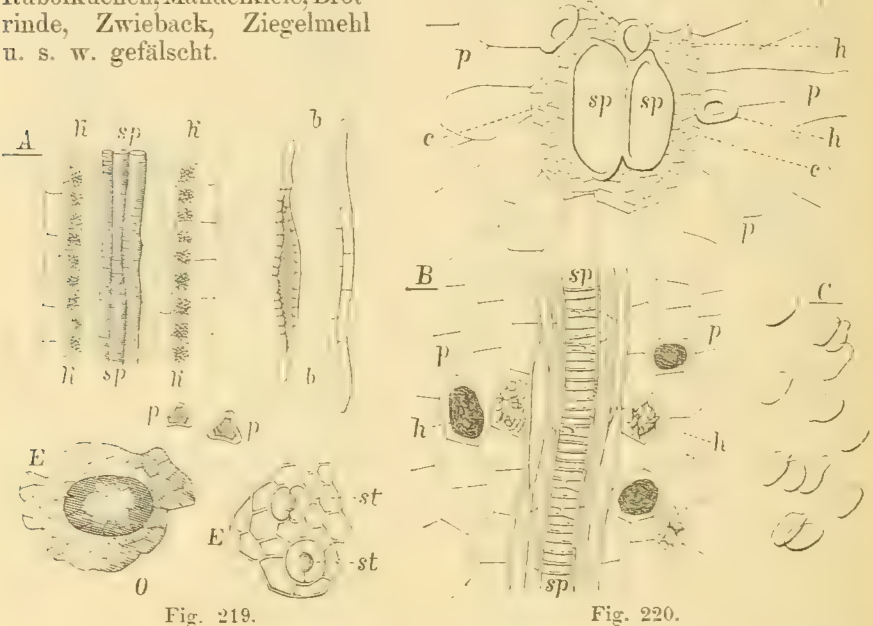


Fig. 219. Fig. 220.

Als charakteristisch für das Gewürznelkenpulver können betrachtet werden (Fig. 219) die kleinzellige Oberhaut mit den darunter liegenden Ölhöhlen *E O* in der dicken Cuticula, die verhältnismäßig kurzen, aber dicken, spindelförmigen Bastzellen *bb*, die Bündel enger Spiralgefäße *sp* mit kleinzelligem, Krystalldrüsen *K* führendem Parenchym *A*, die dreieckigen, dreiporigen Blütenstaubzellen *pp*, Mangel von Stärkekörnchen und reichliche Anwesenheit von Gerbstoff im Inhalt der Gewebszellen. *st*, *st* sind Spaltöffnungen.

Anis, Fenchel, Kümmel, Sternanis.

Die Anispflanze, Pimpinella anisum, ist in der Levante, Griechenland und Ägypten heimisch und wird im südlichen Frankreich, Spanien, Russland, sowie auch in Thüringen und Magdeburg cultiviert. Die Früchte dieses einjährigen Doldengewächses, der Anis, sind zusammengedrückt eiförmig, mit kurzen weichen Härchen dicht bedeckt, 2 *mm* lang, aus zwei Theilfrüchten bestehend, welche von einem Fruchtstiel getragen

sind. Jedes Theilfrüchtchen hat fünf sehr feine Rippen, welche heller sind als die vier flachen, mit vielen Striemen versehenen Furchen. Der Anis besitzt einen stark gewürzhaften Geruch und süßlich brennenden Geschmack. Der wirksame Bestandtheil ist das ätherische Anisöl, wovon die Frucht 12 Procent enthält. Das Anisöl steht in chemischer Beziehung dem Fenchelöl sehr nahe. Dem Anis ähnlich sind die giftigen Früchte des Schierlings. Sie sind ein wenig größer, haben wellig gekerbte Rippen, zwischen diesen kleinen Ölstriemen und entwickeln beim Zerreiben einen Geruch wie Katzenurin.

Fenchel und Kümmel sind die Früchte der in unserer Gegend cultivierten Doldenpflanzen Foeniculus officinalis und Carum carvi. Sie enthalten als wirksame Bestandtheile 3 Procent eines ätherischen Öles. Anis, Fenchel und Kümmel werden immer nur im unzerkleinerten Zustande verkauft, weshalb sich etwaige Unterschiebungen leicht erkennen lassen werden.

Sternanis oder Badian ist ein aus Hinterindien und China von einem Baum aus der Familie der Magnoliengewächse, Illicium anisatum Laureiro, stammendes Gewürz; es besitzt Geruch und Geschmack unseres gemeinen Anis, doch von feinerer Qualität.

Samenkapseln und Samen enthalten ätherisches Öl, fettes Öl, Harze; die Samenkapseln liefern 5 Procent, die Samen 1·8 Procent ätherisches Öl. Das ätherische Sternanisöl stimmt in seinem chemischen Verhalten wie in den physikalischen Eigenschaften nahezu mit dem ätherischen Anisöl überein; es ist aber von angenehmerem, feinerem, erwärmend gewürzhaftem Geschmack.

Die Sternanisfrüchte finden vorzugsweise in der Liqueurfabrication und auch als Corrigens bei Arzneien Verwendung.

In jüngster Zeit wurden mehrere Fälle von Vergiftung nach dem Genuss von Sternanis bekannt. Die betreffenden Erhebungen führten zu der Thatsache, dass der verwendete Sternanis nicht reiner „chinesischer Sternanis" war, sondern beigemischt enthielt die ihm äußerlich sehr ähnlichen, aber giftigen Früchte einer anderen in China und Japan vorkommenden Illiciumart, des Illicium religiosum Siebold, welche seit etwa sechs Jahren aus Japan auf den Londoner Droguenmarkt gebracht und hier als „Japanischer Sternanis" um circa den halben Preis der chinesischen Drogue verkauft werden.

Illicium religiosum ist in China als Giftpflanze wohl bekannt. Die chinesischen und japanischen Kräuterbücher machen zwischen dem wahren Sternanisbaum und dem Illicium religiosum ganz bestimmte Unterschiede, indem sie hervorheben, dass der erstere nicht giftige, stark anisartig riechende und schmeckende, der letztere giftige, nicht nach Anis riechende, sondern bittere Früchte liefere. Sowohl durch das aus diesen giftigen Früchten gepresste Öl als auch durch die Früchte selbst wurden in jüngster Zeit zahlreiche Personen vergiftet.

Ein Absud von 5 *g* Früchten mit 250 *cm*³ Milch erzeugte Eingenommenheit des Kopfes, Übelkeit, Brechneigung und langandauerndes Gefühl von Schwere im Kopfe. Ähnliche Erscheinungen soll auch ein anhaltendes Riechen an den Früchten und besonders an dem ätherischen Öl hervorrufen.

Charakteristische Formzellen des Sternanis sind die unregelmäßig ästigen Steinzellen der Fruchtschale und die vierseitigen Steinzellen, die getüpfelten Zellen und Krystalle der Samenhaut.

Die Oberhaut bildet die äußere Bedeckung der Parenchymzellen und diese enthalten Ölzellen.

Ingwer.

Ingwer ist das knollige Rhizom von Zingiber officinarum, einer in Ostindien und China heimischen, dort und in Westindien angebauten Pflanze. Der Knollstock treibt mehrere, etwas flach gedrückte, knollig verdickte, gabelästig sich theilende Wurzelstöcke, welche entweder geschält (weißer Ingwer) oder ungeschält (schwarzer Ingwer) in den Handel kommen. Auch bei diesem Gewürz ist der wirksame Bestandtheil ein ätherisches Öl, das bis zu 4½ Procent darin vorkommt.

Der Ingwer wird vielfach in der Liqueurfabrication und Conditorei verwendet. Der gemahlene Ingwer wird häufig mit Kartoffelstärke,

Eicheln, Curcuma, Cayennepfeffer u. s. w. verfälscht. Das Mikroskop gewährt hierbei einen leichten Nachweis dieser Zusätze.

Fig. 220 *A* stellt eine Querschnitt-, Fig. 220 *B* eine Längenschnittpartie des Ingwers dar. Die charakteristischen Formelemente des Ingwers sind: Runde Öl- und Harz zellen *h*; vieleckige stärkemehlhaltige Parenchymzellen *p*; Gefäßbündel *sp*, aus dünnwandigen Faserzellen, dickwandigen, eine weite Höhlung zeigenden bastartigen Holzfasern und Treppengefäßen *sp* bestehend; ferner flache, eiförmige oder längliche, concentrisch geschichtete Stärkekörnchen *c*, 0·002 bis 0·004 *mm* lang.

Safran.

Die Blüten des im Orient heimischen, dort und auch in Frankreich und Österreich cultivierten Herbstsafrans, Crocus sativus, besitzen eine rothe, innen violett gestreifte Blumenkrone, aus deren Grunde sich ein bis 80 *mm* langer, fadenförmiger, gelb gefärbter Griffel (Fig. 221 A, *g*) erhebt. An seinem Ende trägt der Griffel drei lappenförmige, 24 bis 35 *mm* lange, am unteren Ende gelblich, nach oben orange bis bluthroth gefärbte Narben *n*, welche etwas aus der Mündung der Blumenkrone hervorragen. Die mit dem Griffelende abgepflückten, bei künstlicher Wärme (30 bis 35°) rasch getrockneten Narben bilden den Safran des Handels. Zur Gewinnung von 1 *kg* Safran sind 150.000 Blüten erforderlich.

Der Hauptbestandtheil des Safrans ist ein rother, in Wasser, Alkohol löslicher, stark tingierender Farbstoff, der, wie der Orleanfarbstoff, durch concentrierte Schwefelsäure erst blau, dann violett, durch Salpetersäure grün wird. Der Safran enthält weiter ein ätherisches Öl, Fett, Zucker und eine Säure. Der Safran ist vor dem Lichte geschützt, in sorgfältig geschlossenen Gefäßen aufzubewahren.

Der Safran war in früherer Zeit ein sehr beliebtes Gewürz, ein geschätztes Parfüm und wurde auch zum Färben, namentlich von Conditoreiwaren vielfach benutzt.

Heute haben sich die Zeiten in Bezug auf Safran wesentlich geändert. Wir können demselben als Parfüm keinen Reiz mehr abgewinnen, zu technischen Zwecken hat die Chemie längst billigere und nicht minder intensiv gelb färbende Farbstoffe zur Verfügung gestellt; noch am meisten wird der Safran in der Küche gebraucht, jedoch mehr zum Färben, denn als Gewürz.

Bei dem selbst gegenwärtig noch sehr hohen Preis ist Safran vielen Verfälschungen unterworfen; häufig findet man die Griffelfäden des Safrans, Saflor, Ringelblumen und andere rothgelbe Blütenblätter von Compositen dem Safran beigemengt; seltener wird eine Gewichtsvermehrung durch Befeuchten mit dünnem Zuckersyrup, Gummischleim, Glycerin versucht. Auch getrocknete Fleischfasern hat man schon im Safran gefunden.

Die Griffelfäden des Herbstsafrans mit etwas echtem Safran angefärbt und gemischt bilden unter der Benennung Föminell einen besonderen, zum Verfälschen von Safran bestimmten Handelsartikel.

Eine Verfälschung durch Safrangriffel, Saflor- und andere Blumenblätter wird bei genauer Durchmusterung einer in Wasser aufgeweichten Safranprobe mit der Loupe entdeckt. Die Saflorblumen (Fig. 221 *B*) besitzen eine lange fadenförmige Blumenröhre *r*, die sich oben in fünf linienförmige Lippen *b* ausbreitet. Aus ihrem Schlunde

ragt die Staubbeutelröhre *a* hervor, welche den fadenförmigen, nach oben verdickten Griffel umschließt. Der Fruchtknoten *f* erscheint in der Mitte eingeschnürt. Die Randblüten der Ringelblumen (Fig. 221 *C*) besitzen eine lange, zungenförmige Blumenkrone, deren flacher Theil viernervig und vorn am Rande dreizähnig ist. In den langgestreckten Oberhautzellen der Blüten ist in Form rundlicher Bläschen ein orangegelber Farbstoff enthalten.

Vanille.

Vanille ist die schotenähnliche Frucht einer parasitischen Schlingpflanze, Vanilla planifolia aus der Familie der Orchideen, welche in Mexiko einheimisch ist und sowohl hier als auch in Westindien, Java cultiviert wird. Die Vanillefrüchte sind lange, schmale, einfächerige Kapseln, welche im zweiten Jahre reifen, vor der völligen Reife gesammelt, an der Sonne getrocknet und in Blechbüchsen versendet werden. Der in Weingeist, in fetten und ätherischen Ölen lösliche Riechstoff ist im isolierten Zustande noch nicht bekannt. Bei guter Vanille, welche einige Zeit in einem mäßig warmen Raume gelagert, findet man die ganze Oberfläche des Fruchtgehäuses mit farblosen, langen, biegsamen Krystallnadeln, Vanillin, bedeckt. Das Vanillin ist ein dem Kampfer ähnlicher, flüchtiger, indifferenter Körper, welcher in reinem Zustande fast geruchlos ist, süßlichen Geschmack besitzt, sich schwierig in Wasser, leicht in Weingeist und Äther löst. Gute Vanille soll aus großen, unverletzten Früchten bestehen, welche sich weich und trocken, nicht hart oder fettig anfühlen dürfen und reichlich mit dem stark riechenden Fruchtmus erfüllt sein müssen. Die besten Sorten besitzen dünne Fruchtwandungen, sind schwach gerunzelt, ganz mit Mus gefüllt.

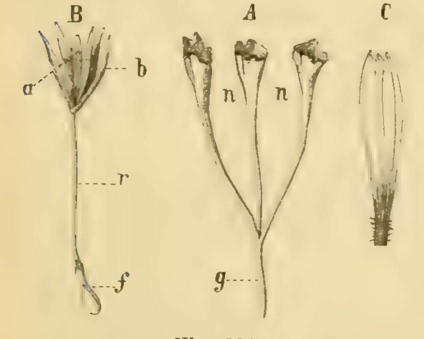


Fig. 221.

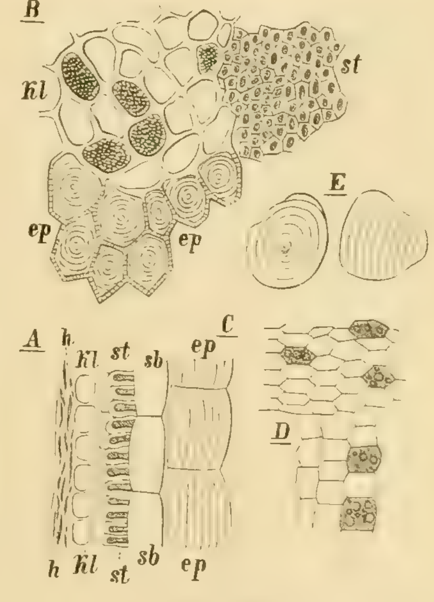


Fig. 222.

Senf.

Der wirksame Bestandtheil des Speisesenfes oder Mostrichs ist das in den gequetschten und mit Wasser angerührten Samen von Sinapis nigra und Sinapis alba entstandene Senföl, Rhodanallyl, welches aus Myronsäure durch Gährung, unter Mitwirkung von Myrosin gebildet wird. Der Senfsamen enthält weiter noch ein stickstoffhaltiges Alkaloid, Sinapin, an Rhodanwasserstoff gebunden, ferner ein fettes Öl in reich-

licher Menge. Der von Fett befreite Senf ist haltbarer, als der Fett enthaltende. Fälschungen des angemachten Senfes mit Mehl, Cayennepfeffer, Curcuma, Rettigsamen, Ölkuchen lassen sich am sichersten durch das Mikroskop nachweisen.

Die charakteristischen Formelemente zeigt Fig. 222. *A* ist eine Partie eines Durchschnittes der Samenhaut des weißen Senfes; *ep* Oberhaut; *sb* subepidermales Gewebe; *st* Steinzellenschicht; *Kl* Kleberschicht; *h* hyaline Schicht. *B* Flächenansicht der hervortretendsten Gewebsschichten der Samenhaut. *C* und *D* Gewebe des Keimes in Quer- und Längenschnitt. *E* zwei isolierte Oberhautzellen der Samenschale.

Kapern, Lorbeerblätter, Majoran.

Nicht selten finden bei Saucen die Knospen des Kapernstrauches, der in Südeuropa und Nordamerika gedeiht, Verwendung. Die Blütenknospen werden gepflückt, welken gelassen, dann in Essig und Salz eingelegt. Anfangs olivgrün, gehen sie später in graue Farbe über.

Der bittere, aber aromatische Geschmack der Lorbeerbaumblätter wird vielfach geschätzt. Die Lorbeerblätter kommen fast nur getrocknet in den Handel. Die grünen sind von besserem Geschmacke als die braungewordenen.

Die Blätter des zu den Lippenblütlern gehörigen Majorankrauts (Majoranum hortensis) werden getrocknet und als Gewürz verweitet; der Geschmack wird durch ein kampferähnliches Öl hervorgerufen, das in der Menge von 1 Procent in den Blättern vorhanden ist.

Elftes Capitel.

Die alkaloidhaltigen Genussmittel.

Kaffee.

Der Kaffee ist in Deutschland, Österreich und Frankreich zu einem allgemeinen Genussmittel geworden. Im Jahre 1555 wurde in Europa das erstemal, und zwar in Constantinopel unter Suleiman dem Großen, ein Kaffeehaus errichtet, das sich die dortigen Gelehrten zum Stelldichein erwählten. Hundert Jahre darauf wurde Kaffee auch in Italien und England getrunken, während in Deutschland noch zu Beginn dieses Jahrhunderts der Kaffee eine Seltenheit war. Heute ist er dagegen selbst in dem bescheidensten Hause fast ein tägliches Getränk.

Der Kaffeestrauch, Coffea arabica, ist in Abessinien heimisch. Gegenwärtig wird er besonders in Java, Sumatra, Ceylon, Portorico, Brasilien cultiviert.

Die Qualität des Kaffees variiert sehr bedeutend. Die geschätzteste Sorte ist der abessinische, dann der westarabische oder Moccakaffee, obwohl die Bohnen klein und unansehnlich sind. Vorzügliche Sorten sind auch Menado, Java, Ceylon. Bahia und Domingo sind die mindesten Sorten.

Zwei Kaffeebohnen zusammen bilden den Kern einer kirschähnlichen Beere. Diese Früchte des Kaffeebaumes reifen sehr ungleich. Bei der Kaffeeernte wird die fleischige Hülle entfernt, die Kaffeebohnen werden gewaschen, getrocknet und versendet.

Nach Payens's Analyse besteht die rohe Kaffeebohne aus: Zellgewebe 34·0 Procent, Fett 10·13 Procent, Zucker, Dextrin, Citronensäure 15·5 Procent, Eiweiß 13·0 Procent, freies Caffeïn 0·80 Procent, gerbsaures Caffeïnkali 3·5 bis 5 Procent, flüchtige aromatische Öle 0·003 Procent, Wasser 12 Procent, Asche 6·7 Procent.

Nach König enthält der ungebrannte Kaffee im Durchschnitt: 10·13 Wasser, 11·84 Stickstoffsubstanz, 0·93 Caffeïn, 12·21 Fett, 11·84 Zucker, 9·54 Gerbstoff, 38·12 Cellulose, 5·33 Asche.

Der gebrannte Kaffee enthält im Durchschnitt: 1·81 Wasser, 12·20 Stickstoffsubstanz, 0·97 Caffeïn, 12·03 Fett, 1·01 Zucker, 22·60 Gerbsäure, 44·57 Cellulose, 4·81 Asche.

Von 100 Theilen gebranntem Kaffee werden durch Wasser im Mittel gelöst: Wasserlösliche Stoffe 25·50, Stickstoffsubstanz 3·12, Stickstoff 0·50, Öl 5·18, stickstoffreie Extractivstoffe 13·14 und Asche 4·06 Procent.

Zu einer Tasse Kaffee verbraucht man in der Regel 15 *g* gebrannten Kaffees; diese liefern 0·26 *g* Caffeïn und 0·78 *g* Öl (König).

Die Zusammensetzung der rohen Kaffeebohnen wird durch die Röstung sehr bedeutend geändert. Es entweicht dabei Kohlensäure Kohlenoxyd, Wasser und ein Theil des Fettes und Caffeïns. Es bildet sich aus einem Theil des Zuckers und Dextrins Caramel; es entstehen Producte der trockenen Destillation, die wesentlich für das Aroma und den Geschmack, vielleicht auch für die Wirkung des Kaffees sind; das kaffeegerbsaure Caffeinkali wird aufgeschlossen und für Wasser löslich gemacht. Das Fett geht in Caffeon (Caffeol), ein bei 195° siedendes aromatisches Öl über, durchdringt die gelockerten Gewebsräume, und die ganze Masse der gerösteten, nunmehr um $^1/_8$ bis $^1/_5$ des Gewichts leichter gewordenen Kaffeebohnen wird, weil spröde geworden, zertrennbar, mahlbar. Das Rösten hat also den Zweck, das Kaffeearoma zur Entwicklung zu bringen. Es geschieht zweckmäßig in einer durch Ventile geschlossenen Kaffeetrommel (damit die Riechstoffe zurückgehalten werden) bei einer Temperatur von 200 bis 250°, so lange, bis die Bohnen braun geworden sind und zu schwitzen anfangen. Es ist für den Geschmack des Kaffees vortheilhaft, wenn der Inhalt der Trommel nach beendetem Erhitzen rasch durch Ausschütten auf eine kalte Platte abgekühlt wird.

In neuerer Zeit kommen im Handel sogenannte Kaffeeextracte ziemlich häufig vor. Es sind das Fabricate, welche durch Extraction der Kaffeebohnen unter Zusatz von Zucker und auch wohl von spirituösen Flüssigkeiten, Rum, Cognac, dargestellt werden. Für Reisen und den Feldbedarf bieten sie den Vortheil einer bequemen Zubereitung; bezüglich ihrer physiologischen Wirkung können sie aber mit dem gewöhnlichen Kaffeeaufguss nicht als gleichwertig bezeichnet werden, da bei den zur Extraction nöthigen Manipulationen Aroma und Geschmack zum Theil verloren gehen.

Der Kaffeeaufguss, in mäßiger Menge genossen, wirkt durch sein Caffein und auch durch die empyreumatischen Stoffe (Caffeon) anregend auf das Nervensystem, namentlich auf die Gefäßnerven und die Nerven der willkürlichen Muskeln. Durch Kaffee verschwindet das Ermüdungsgefühl, das Schlafbedürfnis wird gemindert, die Arbeitslust gesteigert.

Mit Vorliebe nehmen wir des Morgens eine Schale Kaffee oder eine Tasse des ähnlich wirkenden Thees als Frühstück, um unsere Nerven und unsere Geistesthätigkeit zur frischen Arbeit anzuregen; auch nach Beendigung unserer Hauptmahlzeit trinken wir etwas schwarzen Kaffee, um die nach dem Essen während der Verdauung sich bei den meisten Menschen wegen vorwiegenden Zuströmens des Blutes nach den Eingeweiden einstellende Geistesträgheit zu verscheuchen. Und wenn wir am späten Abend einige Stunden länger als sonst geistig arbeiten wollen, auch da greifen wir zu Kaffee oder Thee und erhalten uns rege. Der Reizung folgt im allgemeinen keinerlei Depressionszustand. Doch kann man auch nicht, wie das in neuerer Zeit vielfach geschieht, den Kaffee als ein für Jedermann passendes Getränk bezeichnen. Manche leiden nach Genuss von Kaffee an großer Aufgeregtheit und äußerst störender Schlaflosigkeit, deren Folge Erschöpfung der Kräfte ist. Das Caffein wirkt stark auf die Harnabsonderung ein (v. Schröder).

Verunreinigungen und Verfälschungen des Kaffees.

Kaffeekörner, die beim Seetransport gelitten haben oder unzweckmäßig in feuchten, dumpfigen Localen aufbewahrt wurden, verlieren an Geschmack und Aroma (marinierte Bohnen); sie werden, um ihr Aussehen zu ändern, künstlich gefärbt, indem man entweder die Bohnen mit Indigo, chromsaurem Bleioxyd, Blei, Kupfer- und Eisensalzen überzieht oder durch Rollen mit Bleikugeln in Fässern dunkler macht. Die Fälschungen lassen sich durch Schütteln der Kaffeekörner zuerst mit Wasser und dann mit salzsäurehaltigem oder, wenn man Blei zu vermuthen hat, mit salpetersäurehaltigem Wasser leicht nachweisen.

Im Handel kommen als Kaffeebohnen Präparate vor, die gänzlich aus Thon oder aus Mehl und Gyps dargestellt werden und in Größe, Farbe, Gestalt täuschend dem echten Kaffee nachgebildet sind. Diese Präparate werden niemals im unvermischten Zustande als Kaffee zum Verkaufe gebracht, sondern meistens dienen sie zum Zumischen zu echtem Kaffee.

Die meisten Fälschungen erfährt der gebrannte und gemahlene Kaffee durch Vermischen gebrannten Kaffees mit bereits ausgezogenem. Die Kaffeereste der Restaurationen bilden sogar einen Handelsartikel. Das Publicum kann sich gegen diese Übervortheilung leicht schützen, wenn es niemals zermahlenen Kaffee, sondern stets ganze Körner kauft. Auch sind Fälle vorgekommen, dass gebrannter Kaffee sowohl in ganzen Körnern als gemahlen, bereits vollständig extrahiert war.

Als sonstige betrügerische Zusätze zu gebranntem gemahlenen Kaffee dienen die gerösteten und zerkleinerten Samen und Wurzeln aller jener Pflanzen, aus denen man die sogenannten Kaffeesurrogate fabriciert: die Samen des Roggens, der Gerste, der Sonnenblumen, ferner Datteln, Feigen, Eicheln, Rüben, Cichorienwurzeln u. s. w. Das Kaffeepulver wird dadurch weich und klebrig. Der Kaffee ist ferner ausgezeichnet durch das Fehlen fertig gebildeten Zuckers, wogegen die Cichorie fast zu einem Drittel der löslichen Substanz aus fertig gebildetem Zucker besteht. Ebenso

enthalten geröstetes Getreide, Feigenkaffee u. s. w. fertig gebildeten Zucker. Die Bestimmung des Zuckers kann demnach unter Umständen ein geeignetes Erkennungsmerkmal für eine etwa stattgefundene Fälschung abgeben.

Die sichersten Resultate betreffs Zusatzes fremdartiger Bestandtheile zum gebrannten Kaffee gibt die mikroskopische Untersuchung.

Die charakteristischen Formelemente der Kaffeebohne sind nach Vogl die Steinzellen der Samenhaut und das Gewebe des Eiweißkörpers.

Bei der Kaffeebohne des Handels ist die Samenhaut nicht mehr vollständig vorhanden, sondern sie fehlt an der Oberfläche derselben infolge der bei der Enthülsung der reifen Kaffeefrucht im Erzeugungslande erfahrenen Behandlung meist vollkommen und nur in der Samenspalte, d. i. in der auf der flachen Seite der Kaffeebohne sichtbaren Längsfurche, findet sich meistens der vertrocknete Rest der dünnen Samenhaut. Die Kaffeebohne besteht demnach hauptsächlich nur aus dem hornartigen Eiweißkörper, der in seinem Grunde den kleinen Keim beherbergt.

Waren in der Kaffeebohne in der Samenspalte noch Reste der Samenhaut, so wird man in dem feinen Pulver des gebrannten Kaffees gelbliche, dickwandige, spindelförmige mit zahlreichen Porencanälen versehene Steinzellen (Fig. 223 *B*) wahrnehmen. Die Zellen des Eiweißkörpers sind vieleckig, dickwandig und reichliche Porencanäle zeigend (Fig. 223 *A*). Die Zellen enthalten formlose Eiweißmassen, Stärkemehl, Glykose, Kaffeegerbsäure, Öltröpfchen. Das Stärkemehl ist nur in ganz geringer Menge vertreten. Wenn man das Object mit Jodlösung befeuchtet, so färbt sich das Stärkemehl dunkelblau, während Zellgewebe und Eiweiß gelblich, die Fetttröpfchen dunkler gelb oder grünlich erscheinen.

Um zu erkennen, ob bereits gebrauchter Kaffee beigemengt wurde, braucht man nur das Präparat wiederholt mit Wasser auszukochen und den Auszug einzudampfen. Die Menge des Extractes beträgt bei echtem Kaffee mindestens 25 Procent und kann sogar bis 37 Procent steigen.

Fig. 223.

Das Caffeïn bestimmt man nach der Trocknung von 50 *g* Kaffee mit 2 Theilen Kalk und 8 *g* Magnesia durch Extraction mit Chloroform.

Kaffeesurrogate.

Von einem Ersatz der Kaffeebohnen durch die vielen verschiedenartigen, im Handel als Kaffeesurrogate vorkommenden Waren, namentlich dem Cichorienkaffee, kann keine Rede sein. Keines dieser sogenannten Kaffesurrogate enthält Caffeïn. Zum Cichorienkaffee wird die Wurzel von Cichorium Intybus vorzugsweise verwendet. Gegenwärtig wird aber auch aus Zuckerrüben, Runkelrüben, gelben Rüben, aus Feigen, Eicheln,

Getreidekörnern u. s. w. durch Trocknen und Rösten derselben Kaffeesurrogat bereitet und bisweilen selbst Torf zugesetzt.

Kaffeesurrogate sind meist wertlos, indem sie nur dunkle Brühen herzustellen erlauben. Es wäre dringend erwünscht, das Publicum durch Belehrung von dem Ankauf solcher Producte abzubringen.

Thee.

Thee wird in China, in der Tartarei und in Persien seit den ältesten Zeiten genossen. Im Jahre 1630 wurde er in Holland, 1680 in England eingeführt.

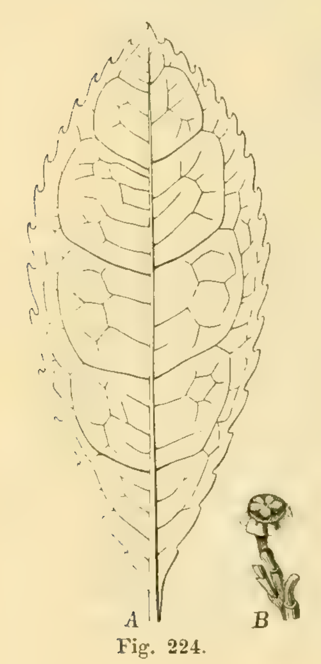


Fig. 224.

Die Theepflanze ist ein bis 6 Fuß Höhe erreichender Strauch mit steifen, geradlinig verlaufenden Stämmchen und Zweigen von zähem Holze. Die Blätter sind dunkelgrün, im Alter lederartig, am Rande bis in die Nähe des Blattstieles gesägt, dann eine kurze Strecke glatt, unterseits drüsig, 40 bis 80 *mm* lang, 20 bis 30 *mm* breit; die Blattrippen, welche vom Hauptstamme aus nach der Peripherie hin verlaufen, erreichen den Blattrand nicht ganz, sondern lassen einen deutlichen Saum frei. Im jugendlichen Zustande sind die Blätter eingerollt, mit einem dichten, feinhaarigen Filze bedeckt (Fig. 224 *A*). Den Theeblättern sind zuweilen Bruchstücke von Ästchen der Theepflanze beigemengt (Fig. 224 *B*).

Das Hauptproductionsland des Thees ist China, welches jährlich 30,000.000 *kg* zur See ausführt, dann Japan, Tonking, Cochinchina, neuerdings auch Java. In Ostindien, Brasilien und in den Südstaaten Amerikas ist der Theebau erst seit Anfang des jetzigen Jahrhunderts eingeführt. Der beste Thee wird in China zwischen dem 27. und 33.° nördlicher Breite gewonnen.

Die Behandlung, welche der Thee von dem Einsammeln der Zweigspitzen und Blätter bis zum Versenden durchzumachen hat, wird ziemlich verschieden geschildert. Der grüne Thee wird durch rasches Erhitzen der frischen Blätter unter fleißigem Umrühren in einer eisernen Pfanne über freiem Feuer nebst Kneten und Rollen zwischen den Händen erhalten. Die Blätter bilden nur kleine, fast kugelrunde oder länglichrunde Massen von mattgrünlicher Farbe, die man für den Export durch Bestäuben mit einer Mischung von Blau (Indigo, Berlinerblau), Gelb (Curcuma) und Weiß (Thon oder Gyps) in eine mehr bläulich- oder grünlichgraue überführt.

Der schwarze Thee verdankt seine dunkle Farbe einer Art Schwitzung oder Gährung, welcher man die Blätter vor dem Trocknen dadurch unterwirft, dass man sie eine Zeitlang, in Haufen aufgeschüttet, sich selbst überlässt. Der schwarze Thee erscheint als ein Gemenge von schwarzbraunen, unregelmäßig gestalteten, meist dünnen, stielartig geformten Fragmenten und bleibt meist ungefärbt.

Die billigste Theesorte, der sogenannte Backsteinthee, wird aus dem Staub und den Abfällen, welche bei dem Trocknen und Absieben der Blätter entstehen, fabriciert.

Ein großer Theil beider Theesorten wird auch sehr häufig durch Untermengen verschiedener Blüten (Jasmin, Orange, Rose) parfümiert. Diese riechenden Blüten werden aber vor Versendung des Thees wieder zum größten Theil herausgenommen. Die Verpackung findet entweder in Bleifolien oder in Kistchen statt. Im ersteren Fall kann nachweislich leicht Blei in den Thee übergehen.

Von den zahlreichen, mit chinesischen Benennungen belegten Handelssorten des Thees sind der Pecco (aus den jüngsten Blättern bestehend, mit kleinen, weißfilzig behaarten Blättchen untermischt), dann Congo (Bruchstücke von völlig ausgewachsenen Blättern, röthlichbraun gefärbt, mit kleinen Zweigstückchen untermischt) und Souchong (ältere, zusammengedrehte, dunkelbraune Blätter, denen meist die äußerste Spitze fehlt) die wichtigsten schwarzen, Haysan, Gunpowder und Tonkay die wichtigsten grünen Sorten. Bei uns wird am meisten Congothee verbraucht.

Die wichtigsten Bestandtheile des Thees sind das Theïn (Theïn und Caffeïn sind identische Körper), welches von 1·5 Procent bis zu 2·4 Procent gefunden wird, ferner ätherisches Öl (0·6 bis 1 Procent), Gerbsäure (13 bis 18 Procent), Eiweiß (4 Procent), Dextrin (7·3 bis 12·2 Procent), Extractivstoffe (19·9 bis 23 Procent), Asche (4·8 bis 5·6 Procent), Cellulose (14·1 bis 28·3 Procent), Wasser (4 bis 10 Procent) und kleine Mengen von Chlorophyll, Harz, Wachs.

Die beste Bereitungsweise des Theegetränkes ist die, dass man den Thee mit kochendem Wasser übergießt, das Gefäß zudeckt und durch fünf Minuten extrahiert. Dies genügt, um die wirksamen und aromatischen Bestandtheile in den Theetrank überzuführen. Durch längeres Kochen wird viel Gerbstoff ausgezogen, der bereitete Thee schmeckt dann herb. Eine Tasse Thee aus 5 bis 6 *g* echten Blättern enthält im Durchschnitt ebensoviel Caffeïn als eine Tasse Kaffee aus 17 *g* Bohnen.

In physiologischer und diätetischer Hinsicht wirkt der Thee ebenso wie der Kaffee, nur ist er, weil nicht so reich an Röstungsproducten, als Genuss- und Reizmittel milder als Kaffee. Der größere Gerbstoffgehalt macht ihn bei Neigung zum Durchfall besonders wertvoll.

Von 100 Theilen Thee werden im Mittel in Wasser gelöst: 33·64 Theile mit 11·68 Theilen Stickstoffsubstanz, mit 1·85 Theilen Stickstoff, 16·57 stickstoffreien Extractivstoffen, 3·44 Asche und 1·86 Kali.

Zahlreich sind die Verfälschungen des Thees. Von den bereits erwähnten künstlichen Färbungen grüner Theesorten seitens der Chinesen muss hier abgesehen werden, da sie einerseits keine sanitären Bedenken erregen und wegen ihrer Allgemeinheit gleichsam eine Art Berechtigung erlangt haben.

Die häufigste Art der Fälschung ist die mit gerbstoffhaltigen Blättern anderer Pflanzen, vorzugsweise von Weiden, Schlehstrauch, welche den Theblättern morphologisch am nächsten stehen, dann mit Eichen-, Buchen-, Platanen-, Kastanien-, Ulmen-, Holunder-, Erdbeer- und Weidenröschenblättern. Letztere werden namentlich in Russland zur Fälschung benutzt. Schon in China soll Thee mit Blättern von Chloranthus und einer Camelienart gefälscht und von den Chinesen Lie — das ist Lügenthee — genannt werden.

Die Fälschungen mit anderen Blättern werden am besten entdeckt, wenn man die Blätter in Wasser aufweicht, dann auf Glasplatten aufrollt und nun in morphologischer Beziehung untersucht.

Die Verfälschung des Thees mit schon gebrauchten Theeblättern wird nach Eder in großartigstem Maßstabe betrieben. Nach demselben sollen in London allein im Jahre 1843 sich acht Fabriken damit beschäftigt haben, gebrauchten Thee wieder verkäuflich zu machen.

Um nachzuweisen, ob ein Thee mit schon gebrauchten Blättern versetzt ist, wurde wiederholt empfohlen, den Gehalt des Thees an Theïn zu bestimmen. Allein diese Bestimmung kann keinen sicheren Aufschluss nach dieser Richtung geben, da der Theïngehalt in echten Blättern sehr bedeutend variiert und ein Thee, mit großen Mengen abgebrühter Theeblätter versetzt, doch einen hohen Theïngehalt aufweisen kann. Nicht einmal als Wertmesser für echten Thee kann die Bestimmung des Theïns gelten, denn die wohlfeileren Sorten des gelben und grünen Thees sind nicht selten theïnreicher als die theueren.

Verhältnismäßig die sichersten Anhaltspunkte, ob Beimischung eines schon gebrauchten Thees vorliegt, gibt die Bestimmung des Theeextractes und der Theeasche.

Wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist, machen sich nach Eder zwischen frischen und bereits extrahierten Theeblättern große Verschiedenheiten bemerkbar.

	Originalblätter				Extrahierte Blätter			
	Gerbstoff	Extractivstoffe	Asche	In Wasser lösliche Asche	Gerbstoff	Extractivstoffe	Asche	In Wasser lösliche Asche
Schwarzer Congo I.	11·20	40·3	5·43	2·83	4·14	10·2	3·92	0·94
„ „ II.	10·10	39·4	6·21	1·55	5·65	15·3	4·89	0·46
„ „ III.	8·36	37·6	6·05	2·32	3·31	8·5	4·27	0·39
Assam Souchong	10·95	44·3	5·22	3·09	5·07	19·2	4·96	1·05
Grüner Haysan	12·44	43·2	4·89	2·77	5·36	13·2	3·41	0·74
Gelber Japan	13·07	39·5	5·81	2·73	2·62	12·0	3·40	0·47

Man kann demnach fordern, dass ein guter Thee nicht unter 35 Procent in Wasser lösliche Substanzen enthalte, welcher Gehalt auch im englischen Gesetz bestimmt ist. Die Asche soll nicht über 6 Procent hinausgehen.

Der Paraguaythee besteht aus den Blättern von Ilex paraguayensis. Dieser Thee wird in den südamerikanischen Staaten viel benutzt. Seine Zusammensetzung und seine Wirkung ist dem ostindischen Thee sehr ähnlich. Sein Infusum ist braungelb, herb und etwas bitter. Das Aroma dieses Thees geht bald verloren, weshalb derselbe für längere Zeit nicht haltbar ist.

Coca, die Blätter von Erythroxylon Coca, wird namentlich von den Indianern der Anden zum Theil gekaut, zum Theil als Theeaufguss verwendet. Coca enthält ein flüchtiges (Hygrin) und ein nicht flüchtiges (Cocaïn) Alkaloid. Letzteres soll in toxikologischer Beziehung dem Atropin nahe stehen und, in größerer Menge genommen, Delirien und Erschöpfung bedingen. Coca ist bekanntlich ein die Muskelthätigkeit besonders anregendes, Abspannung und Ermüdung zurückdrängendes Genussmittel. Indianer sollen bei Genuss des Coca die größten Strapazen überwinden.

Cacao.

Der in Amerika zwischen dem 15. Grade nördlicher und dem 5. Grade südlicher Breite heimische und dort häufig gebaute Cacaobaum (Theobroma Cacao) trägt fleischige, unseren reifen Gurken ähnliche Früchte, welche zahlreiche Samen, meist horizontal in fünf Längsreihen angeordnet, in dem Fruchtfleisch eingebettet enthalten. Die reifen Samen sind eiförmig, häufig auf einer oder auf beiden Seiten plattgedrückt, besitzen eine dünne, papierartige, genervte Schale von hellbrauner bis grauer Farbe, welche bei einigen Cacaosorten sich leicht vom Kern trennt, leicht zerbrechlich ist, bei anderen fest und zähe auf demselben haftet. Um letztere von dem fest anhängenden Fleische zu befreien, schneidet man die Früchte auf, nimmt den Inhalt heraus und unterwirft ihn, in Haufen oder in Gruben gelegt, einer

Art Gährung. Sobald die Masse locker geworden ist, wäscht man das breiig gewordene Fleisch weg und trocknet die gereinigten Samen an der Sonne. Hierdurch wird auch die Keimfähigkeit der Samen aufgehoben und ihre Farbe wird braun. Auch verliert sich hierbei der den Samen ursprünglich eigenthümliche herbe Geschmack.

Cortez brachte die Kenntnis des Cacao 1520 nach Spanien, von wo sie sich weiter verbreitete.

Um aus den so erhaltenen Samen die zur Anfertigung der Chocolate dienenden Cacaomasse zu bereiten, werden die gereinigten Samen zunächst in ähnlicher Art wie der Kaffee, doch nur bei einer 100° nicht übersteigenden Temperatur geröstet. Der geröstete Cacao wird durch Schrotmühlen und Windfeger von Schalen und Häutchen befreit und auf durch Dampf erwärmten Granitwalzen zu einer äußerst feinen, in der Wärme syrupartig flüssigen Masse gerieben, welche beim Erkalten zu einer festen, braunen, fettigen Substanz, der Cacaomasse, erstarrt. Aus der Cacaomasse wird durch Zusatz von Zucker und Gewürzen, namentlich Vanille und Zimmt, die gewöhnliche Chocolate gemacht.

Die Cacaomasse zeigt nach Analysen von Mitscherlich folgende durchschnittliche Zusammensetzung: Cacaobutter 45 bis 49 Procent, Stärke 14 bis 18 Procent, Zucker 0·60 Procent, Cellulose 5·8 Procent, Pigment 3·5 bis 8 Procent, Eiweiß (eine Albuminart) 13 bis 18 Procent, Theobromin (und Coffeïn) 1·2 bis 1·5 Procent, Asche 3·5 Procent, Wasser 5·6 bis 6·3 Procent.

Benennung	Wasser	Stickstoffsubstanz	Theobromin	Fett	Zucker	Sonstige stickstofffreie Extractivstoffe	Asche
	in Procenten						
1. Chocolate in Stücken	3·60	16·51	0·47	54·90	—	21·27	3·22
2. Süße Chocolate	2·81	5·56	5·56	17·57	54·80	15·40	2·98
3. Bittere „	1·91	13·04	13·04	51·83	—	27·35	3·77
4. Vanille	0·99	4·87	4·87	12·03	64.96	14·97	2·18

Coffeïn und Theobromin lassen sich nach E. Schmidt durch kaltes Benzol trennen; ersteres ist in dem Benzol löslich. In den Schalen, welche im Ganzen weniger Alkaloide enthalten als die Kerne, ist fast ebensoviel Coffeïn als Theobromin vorhanden.

Das Cacaofett, auch Cacaobutter genannt, wird aus den geschälten Bohnen durch Pressen in der Wärme gewonnen; der in den Pressmaterien zurückbleibende Theil wird zur Stearinkerzenfabrication verwendet. Nach Traub ist Cacaofett ein Gemisch der Glyceride, der Öl-, Laurin-, Palmitin-, Stearin- und Arachinsäure; es schmilzt zwischen 30 und 40° (Herbst).

Der mittlere Stärkegehalt dürfte etwa 10 Procent sein. Außerdem findet sich Weinsäure, Gerbsäure und das Cacaoroth; letzteres ist vielleicht ein Oxydationsproduct der Gerbsäure. Die Cacaogerbsäure scheint ein Glykosid zu sein. Die Natur des Aromas ist nicht näher bekannt.

Wie aus dieser Zusammensetzung der Cacaomasse erhellt, ist dieselbe nicht nur allein als Genussmittel, sondern auch als wertvolles Nahrungsmittel zu schätzen. Als Genussmittel steht Cacao dem Kaffee und Thee nahe, da der wirksame Bestandtheil des Cacao, das Theobromin, in toxischer und physiologischer Beziehung ähnlich wie Theïn wirkt und bei Herstellung der Cacaomasse ähnliche Röstproducte gebildet werden, wie beim Brennen des Kaffees und bei der Schwitzung des Thees; außerdem enthält Cacao auch Coffeïn (E. Schmidt). Als Nahrungsmittel enthält Cacao reichliche Mengen von Fett und auch etwas Eiweiß. Regelmäßiger Genuss des Cacao ist nicht immer rathsam, weil hierdurch leicht Verstopfung eintritt.

Die mannigfachen Vorzüge der Cacaopräparate werden durch den hohen Preis und die Häufigkeit und Leichtigkeit der Fälschungen geschmälert.

Die theueren Sorten der Chocolate enthalten wohl in der Regel ausschließlich die obgenannten Materialien (Cacao, Zucker, Gewürz); in den billigeren Sorten sind die wertvollen Bestandtheile der Cacaobohne durch wohlfeile Bestandtheile substituiert. Die Erkennung solcher Zusätze wird für den Consumenten erheblich erschwert durch die Gegenwart stark riechender und schmeckender Substanzen, und es sind daher vorzugsweise die stark parfümierten Sorten, in welchen sich Beimischungen von Getreide- und Hülsenfruchtmehl, Dextrin, gerösteten Eicheln, gepulverten Kastanien, gepulvertem Mahagoni- und Cigarrenkistenholz, Cacaoschalen, Hammelfett, Kalbsfett, Sesamöl in größerer Menge vorfinden.

Zur Untersuchung des Theobromingehaltes verwendet man fast allgemein die Methode von Wolfram:

Die geschälten Cacaobohnen werden in einem heißen Mörser zu dickflüssigem Brei zerrieben. 10 *g* dieser Masse, oder 20 bis 30 *g* Chocolate werden längere Zeit mit kochendem Wasser behandelt und mit ammoniakalischem Bleiessig oder Bleizucker bis zum geringen Überschuss versetzt, heiß filtriert und mit heißem Wasser so lange ausgewaschen bis das angesäuerte Filtrat mit phosphorwolframsaurem Natron beim Erkalten keine Spur eines Niederschlages gibt. Es werden zum Auswaschen, welches sehr schnell von Statten geht, ungefähr 700 bis 800 cm^3 Wasser gebraucht. Das Filtrat, welches bei Überschuss an ammoniakalischem Bleizucker wasserhell erscheint, wird mit Natronlauge versetzt und bis auf circa 50 cm^3 Flüssigkeit eingedampft, mit Schwefelsäure stark angesäuert und das gefällte schwefelsaure Blei abfiltriert. Das Filtrat wird mit einem großen Überschuss von phosphorwolframsaurem Natron gefällt. Die Abscheidung des schleimigen, gelbweißen Niederschlages in Flocken wird durch gelindes Erwärmen und Umrühren beschleunigt. Nach einigen Stunden wird die erkaltete Flüssigkeit filtriert und mit Hilfe von 6 bis 8procentiger Schwefelsäure aufs Filter gebracht und damit ausgewaschen. Darauf wird das Filtrat mit dem Niederschlag in einem Becherglase mit Ätzbarytlösung bis zur stark alkalischen Reaction versetzt, die Zersetzung durch Wärme erleichtert, das überschüssige Barythydrat durch Schwefelsäure neutralisiert und ein möglicher Überschuss derselben durch Milch von kohlensaurem Baryt gebunden.

Die Flüssigkeit, welche das Theobromin gelöst enthält, wird heiß filtriert und der Niederschlag heiß ausgewaschen. Das Filtrat wird in einer Platinschale eingedampft, getrocknet und gewogen Da neben Theobromin stets noch eine geringe Menge Barytsalze, hauptsächlich doppeltkohlensaurer Baryt gelöst ist, so wird das Alkaloid durch Glühen verjagt, der Rückstand mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, eingedampft, erhitzt, zurückgewogen und die Differenz der beiden Wägungen als Theobromin in Rechnung gebracht.

Man kann Cacao oder Chocolate auch mikroskopisch untersuchen, um etwaige fremde Zusätze nachzuweisen. Die reine Chocolate soll nur aus dem enthülsten Samen und Zucker bestehen und daher nur die Ge-

webselemente des Samenkorns und der inneren Samenhaut enthalten. Will man Chocolate mikroskopisch untersuchen, so wird sie kalt zerrieben, zuerst zur Beseitigung des Fettes mit Äther, dann zur Beseitigung des Zuckers mit lauwarmem Wasser ausgezogen und nun das in Äther und Wasser Unlösliche unter das Objectiv gebracht. Behufs der mikroskopischen Prüfung von Cacao wird etwas von der Masse fein zerrieben, ein Theil davon mit verdünntem Glycerin gemischt, ein anderer Theil mit Wasser längere Zeit geschüttelt, auf einem Filter gesammelt und dann geprüft.

Cacao hat verschiedene Gewebselemente, welche sich von denen der Verfälschungsmittel wesentlich unterscheiden. Zunächst sind zu erwähnen (Fig. 225) die verlängerten cylindrischen, keulenförmigen oder spindelförmigen, an ihrem einen Ende oft getheilten, durch Querscheidewände, hin und wieder auch durch Längsscheidewände geschichteten Schläuche *s*, dann die in Fett gelagerten, zusammengesetzten, winzige Stärkemehlkörnchen führenden, braunen, vieleckigen Zellen *a* der Keimlappen *CC* und die denselben untermischten oder in Reihen gestellten Zellen *p*, einen rothbraunen Farbstoff enthaltend. Der Farbstoff wird durch verdünnte Schwefelsäure blutroth und durch Essigsäure violett gelöst. Verdünnte Eisenchloridlösung tingiert blau. Die Stärkemehlkörnchen des Cacao sind, wie bereits bemerkt, zusammengesetzt und $^1/_6$ bis $^1/_8$ im Durchmesser kleiner als Getreide oder Kartoffelstärkekörnchen. Ihr Durchmesser schwankt von 0·005 bis 0·008 *mm*.

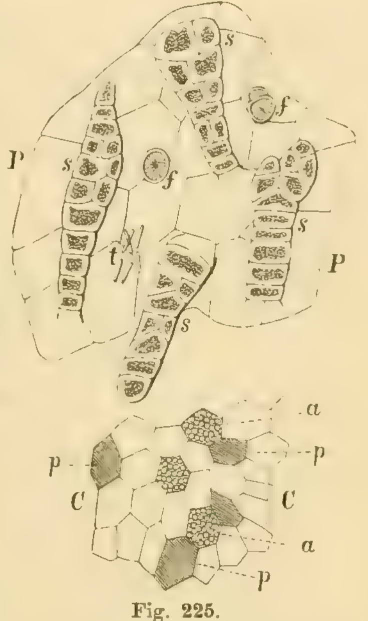


Fig. 225.

Tabak.

So wie wir mit dem Thee und Kaffee Röstproducte und toxisch wirkende Stoffe einführen und dadurch die beschriebenen nervenerregenden Wirkungen hervorrufen, so vermag auch das Rauchen des Tabaks durch die hierbei sich bildenden sehr verschiedenartigen Röstungs- und Verbrennungsproducte und durch die im Tabakrauch vorhandenen Alkaloide und aromatischen Stoffe einen gewissen Reiz zu setzen.

Das feine Aroma einer guten Cigarre ist unter Umständen ein wahres Labsal. Erschöpfte Nerven, durch anhaltendes Sprechen und langes Studieren, oder durch Aufregungen, Misshelligkeiten aller Art erzeugtes Unbehagen wird verscheucht durch die Cigarre oder Tabakpfeife. Der Tabak stillt auch den Hunger, ähnlich wie Opium und Alkohol.

Unter den Bestandtheilen des Tabakblattes sind die wichtigsten: das giftige Nicotin, das Nicotianin, das häufig angeführt wird, jedoch seiner Natur nach ganz ungenügend bekannt ist.

In hygienischer Beziehung sind mit Rücksicht darauf, dass der Tabakgenuss hauptsächlich im Rauchen besteht, vorzüglich die Rauchbestandtheile von Interesse. Sie beeinflussen nicht nur den eigentlichen Tabakgenuss, sie gelangen auch in die Mundhöhle und mit dem Speichel in den Magen.

Die Anschauungen über die Zusammensetzung des Tabakrauches sind noch nicht geklärt. Im Gegensatze zu Heubel und Gorup-Besanez geben Eulenberg und Vohl an, dass der Tabakrauch kein Nicotin, dagegen Kohlensäure, geringe Mengen von Kohlenoxyd und Blausäure, Schwefelwasserstoff, Sumpfgas, flüchtige Fettsäuren, Phenol, Kreosot, benzolartige Kohlenwasserstoffe, viel Ammon und eine Reihe von Picolin- und Pyridinbasen enthalte. Die giftigen Wirkungen des Tabakrauches schreiben Vohl und Eulenberg hauptsächlich den Picolin- und Pyridinbasen und dem Kohlenoxyd zu.

Die Wirkungen des Tabakrauchgenusses äußern sich sehr verschieden nach der Individualität des Rauchers und insbesondere nach der Widerstandsfähigkeit gegen Tabakgift. Sehr viele Leute zeigen eine sehr große Toleranz gegen das genannte Gift.

Gewiss ist aber, dass der gewohnheitsmäßige Genuss des Tabaks wenigstens Manchen ernste Leiden bringt (Appetitlosigkeit, Betäubung des Sensoriums, chronischen Pharynx- und Magenkatarrh, Schwindel, Schwäche, Herzklopfen, Zittern, Amblyopie, Amaurose etc.); andererseits gewöhnen sich unzählig Viele, nachdem sie und trotzdem sie die ersten so unangenehmen Tabakintoxicationen durchgemacht haben, an das Rauchen; die Cigarre oder die Pfeife wird ihnen ein allmähliches Bedürfnis, wird ein Reiz, der die Phantasie anregt, zu geistiger Arbeit aufmuntert, und angeblich körperliche Strapazen leichter ertragen macht.

Nahezu stets wird das Rauchen schädlich, wenn der Tabakrauch verschluckt oder die Tabakblätter gekaut werden. Magen- und Rachenkatarrhe sind davon die geringsten Folgen. Größere Dosen Tabak, innerlich genommen (geschluckt), bewirken: Ekel, Erbrechen, Diarrhöen, ein höchst lästiges Gefühl und Unbehagen, Übelbefinden, Schwäche, Herzklopfen, Erschlaffung der Muskeln, Zittern der Glieder, Angst, Athemnoth, Blässe und Kälte der Haut, kalten Schweiß, Schwarzwerden vor den Augen, Verengerung der Pupille, Betäubung oder Schlaf. Der höchste Grad der Vergiftung aber, der auf sehr große Gaben erfolgt, führt zu Krämpfen, Schlafsucht, Lähmungen und Tod, wenn der betäubende Schlaf nicht rechtzeitig durch geeignete Gegenmittel (Spiritus, Mindereri) unterbrochen wird.

Bei der fabriksmäßigen Zubereitung der Tabakblätter zu Rauchtabak und zu Cigarren wird ein Theil der in den Tabakblättern enthaltenen Giftstoffe durch Beizen und Gährung zerstört.

Zwölftes Capitel.

Alkoholische Genussmittel.

Das Bier.

Die Bierbereitung.

Das Bier gehört zu den weit verbreitetsten Getränken. Die Herstellung bierähnlicher Getränke war sicherlich bereits den Ägyptern bekannt. Von Letzteren wurde die Kenntnis der Darstellung des Bieres den Römern übermittelt, ohne dass es aber bei diesen zu einem Volksgenussmittel geworden wäre. In Deutschland hat sich die Bierproduction besonders seit Mitte des 16. Jahrhunderts, als namentlich die Klöster mehr und mehr das Monopol der Bierbereitung verloren hatten, stark ausgedehnt. Während früher aber neben dem Bier vor Allem die einheimischen Landweine genossen wurden, musste bei dem Anwachsen der Bevölkerung und der geringen Fähigkeit des Weinbaues, dieser sich anzupassen, mehr und mehr der Bierconsum steigen.

Die Herstellung des Bieres erfolgt in vier getrennten Operationen:

1. Die Malzbereitung; 2. die Darstellung der Bierwürze; 3. die Gährung der Bierwürze; 4. die Aufbewahrung und Pflege des Bieres.

Zunächst muss das Stärkemehl der Gerste in einen gährungsfähigen Zucker umgewandelt werden. Dies geschieht zum Theil beim Keimen der Gerste. Es wird dabei durch ein Ferment, welches während des Keimens entsteht, Diastase (Maltin), die Stärke in Dextrin und Maltose verwandelt.

Das Keimen wird erreicht, indem man die Gerste (welche beim Keimen am reichlichsten Maltose bildet) in Quellbottichen einweicht. Sie nimmt an 50 Procent Wasser auf. Die Gerste kommt nun in die Malztenne, in der sie bei einer Temperatur bis zu 40° C. gehalten und umgeschaufelt wird, bis die Keime etwa Dreiviertel der Länge des Kornes betragen. Die Keime (Grünmalz) werden nun durch schnelles Trocknen in der Wärme getödtet, indem man sie in einem besonderen Raum der Malzdarre einer Temperatur von 50° aussetzt (Darrmalz). Durch Putzmühlen werden von dem Malze die Würzelchen (Keime) beseitigt. Darauf wird das Darrmalz geschrotet.

Die eigentliche Biererzeugung beginnt mit der Bereitung der Bierwürze. Unter Würze versteht man die aus Malz und Hopfen bereitete maltose- und dextrinhaltige Flüssigkeit, welche später durch Gährung in Bier übergeht. Die Würze wird durch Behandlung des geschroteten Malzes mit Wasser dargestellt. Das Wasser wird meist anfangs mäßig warm gehalten, später wird die Maische gekocht. Das warme Wasser löst die Maltose und zugleich die Diastase auf, welche die übrige im Malz enthaltene Stärke in Dextrin und in Maltose überführt. Man erhält etwa die Hälfte der Stärke in Maltose umgewandelt; das Dextrin (Malzgummi) wird von der Diastase nicht weiter angegriffen. Durch das spätere Kochen wird die Würze concentriert und die eiweißhaltigen Substanzen, welche das Wasser ausgezogen hat, werden theilweise zum Gerinnen gebracht und in Flocken ausgeschieden. Zu gleicher Zeit wird die Flüssigkeit gehopft.

Die Gerbsäure des Hopfens befördert die Klärung der Würze, und seine übrigen Bestandtheile geben der Flüssigkeit nicht nur die eigenthümliche Bitterkeit und ihr Aroma, sondern sie dienen auch zur Mäßigung der Intensität der Gährung und größerer Haltbarmachung des Bieres.

Dann wird die Flüssigkeit gekühlt. Das Kühlen der Würze geschieht zu dem Zwecke, damit die gekochte Würze, die siedend heiß aus der Pfanne kommt, bis auf die zum Einleiten der Gährung geeignete Temperatur herabsinkt. Es ist erforderlich, dass diese Abkühlung sehr rasch stattfinde und namentlich, dass die Würze nicht

durch längere Zeit bei einer Temperatur zwischen 25 und 35° bleibe. Denn bei dieser Temperatur hat die Würze große Neigung, Milchsäure zu bilden. Das Kühlen geschieht allgemein auf den Kühlschiffen oder Kühlstöcken, die jetzt meist aus Eisen construiert sind.

Die gehörig abgekühlte Würze wird mit einer genügenden Menge Hefe versetzt und in den Gährlocalitäten gähren gelassen. Die Eigenschaften des zukünftigen Bieres hängen wesentlich von der Qualität der Hefe und von der Art und Weise ab, wie der Gährungsprocess abläuft. Soll das zukünftige Bier von größerer Haltbarkeit werden (Lagerbier, Unterhefenbier), so muss der Verlauf der Gährung ein langsamer sein. Wenn aber das zu erzeugende Bier bald zur Consumtion gelangt (Oberhefenbier), so lässt man die Gährung rascher ablaufen. Der Gang des Gährungsprocesses wird durch niedrige Temperatur, durch eine größere Menge von Hopfen und durch Anwendung einer Hefe, die bei langsamer Gährung und niedriger Temperatur sich bildete, gemäßigt und unter entgegengesetzten Verhältnissen beschleunigt.

Durch die Gährung verschwindet aus der Würze der größte Theil der Maltose, von welcher etwa die Hälfte sich als Kohlensäure verflüchtigt, der Rest in Alkohol sich verwandelt; außerdem wird durch die Gährung ein Theil der in der Würze aufgelösten Eiweißsubstanzen in Gestalt von Hefe, da letztere ja sich bedeutend vermehrt, unlöslich ausgeschieden. Die Menge des bei der Hauptgährung verschwundenen Zuckers ist eine wechselnde; eine größere bei schwach gedörrtem Malze, wenig gekochte und schwach gehopfter Würze, eine geringere bei stark gedörrtem Malze und lange gekochter, stark gehopfter Würze.

Nach beendeter Hauptgährung, welche bei Lagerbier bis 10 Tage, bei Schankbier oft nur 6 bis 7 Tage dauert, wird die gegohrene Würze grünes Bier (Jungbier) genannt. Nachdem es durch Abscheiden der suspendierten Hefe hell geworden ist, ist es reif zum Einlagern in Fässer. Die Lagerfässer sind gewöhnlich ausgepicht, was eine größere Reinlichkeit bezweckt, ein etwaiges Leckwerden der Fässer verhütet und gegen die Essigsäurebildung schützt.

Zur Nachgährung und Lagerung wird das Bier in die Lagerkeller gebracht, die kühl sein müssen und eine zu allen Jahreszeiten möglichst constante Temperatur haben sollen, damit die Nachgährung gleichmäßig und langsam verlaufe. Zweckmäßige Anlage, Einrichtung und Behandlung der Lagerkeller bedingen wesentlich die Qualität und Haltbarkeit des Bieres. Um den Keller recht kalt zu erhalten, bringt man entweder einen größeren Eisvorrath unmittelbar in denselben, oder nur in die sogenannte Eisgrube, aus welcher kalte Luft in die Lagerräume streicht..

Hefe (Saccharomyces) ist in der Natur weit verbreitet Die verschiedensten Früchte, die Weintrauben, Obst, enthalten sie an ihrer Oberfläche zur Reifezeit. Sie entwickelt sich dort rasch, wo sie irgendwie mit dem zuckerhaltigen Safte in Berührung kommen kann.

In wildem Zustande benutzt man die Hefe nur zur Weinbereitung; für die Bierbereitung und die Darstellung des Alkohols hat man die Hefe gewissermaßen zu einer Culturpflanze gemacht.

Die Bierhefe besteht aus zwei Varietäten: der Oberhefe, welche bei 18 bis 25° lebhafte Gährung hervorruft, dabei in kettenartigem Verband bleibt, und der bei 4 bis 12° gedeihenden Unterhefe, welche eine langsame Gährung erregt, aus einzelnen Zellen mit Sprossung, jedoch nicht aus kettenartig aneinandergereihten Zellmassen besteht. Sie senkt sich zu Boden.

Nur die Hefegährung soll in dem Biere verlaufen, indes jedwede andere Art der Gährung ausgeschlossen bleiben soll. Daher ist bei dem Brauverfahren die größte Reinlichkeit unbedingt nöthig, wie auch die Localitäten reine, staubfreie (keimarme) Luft enthalten sollen.

Auch bei der Nachgährung findet eine fortgesetzte Zersetzung der Maltose in Alkohol und Kohlensäure statt, dagegen tritt die Bildung neuer Hefezellen nicht mehr so stark hervor; zugleich bleibt ein großer Theil der Kohlensäure im Bier absorbiert zurück. Eine vollständige Vergährung der gährungsfähigen Substanzen findet aber niemals statt. Das Bier ist deshalb stets ein nicht vollkommen vergohrenes Getränk.

Ein gut bereitetes Bier enthält:

a) Alkohol (3 bis 5 Procent); *b*) Kohlensäure (von 0·1 bis 0·2 Procent; *c*) Maltose und Dextrin (4 bis 5 Procent); *d*) Eiweißsubstanzen, Peptone und Amide (ein Liter bayerisch Bier liefert durchschnittlich 0·5 bis 1·2 *g* Stickstoff); *e*) organische Säuren namentlich Bernstein-, Milch-, Propion- und Essigsäure). Sie sind in minimaler

Menge im Bier enthalten und bedingen die saure Reaction, die das Bier auch dann zeigt, wenn aus ihm die freie Kohlensäure beseitigt wurde. Der Säuregehalt soll für 100 *cm*³ Bier 3 *cm*³ Normalalkali nicht überschreiten: *f*) kleine Mengen von Fett und Glycerin, welches letztere ein Product der Gährung ist; *g*) die anorganischen Bestandtheile der Gerste und des Hopfens, insbesondere phosphorsaure Verbindungen in beträchtlicher Menge (die Menge der Asche beträgt im Durchschnitt 0·18 bis 0·28 Procent); *h*) Bestandtheile des Hopfens, und zwar ölige, bittere und aromatische Stoffe.

Die Summe sämmtlicher Bestandtheile eines Bieres nach Abzug des Wassers heißt sein Gesammtgehalt, die Summe der nicht flüchtigen sein Extractgehalt.

Die chemische Zusammensetzung bekannter deutscher und österreichischer Biersorten ist folgende:

Benennungen	Spec. Gewicht	Wasser	Kohlensäure	Alkohol	Extract	Eiweiß	Zucker	Dextrin	Säure	Asche	Phosphorsäure
Leichte Biersorten . . .	1·0149	91·05	0·19	3·46	5·49	0·81	0·95	3.11	0·15	0·21	0·05
Bockbier . . .	1·0213	88·06	0·22	4·74	7·20	0·62	1·25	—	0·17	0·26	0·09
Porter u. Ale	1·0189	89·08	0·21	4·89	6·03	0·53	0·84	—	0·31	0·31	0·06
Münchener Hofbräu . .	1·0170	—	—	3·70	5·87	—	—	—	—	—	—
Spatenbräu . .	1·0207	—	—	3·23	6·61	—	—	—	—	—	—
Berliner Weiße	1·0133		—	3·91	4·85	—	—	—	—	—	—
Gose	1·02	—	—	5·00	5·30	—	—	—	—	—	—

Österreichische Biere	Specifisches Gewicht	Wasser	Kohlensäure	Alkohol	Extract	Eiweiss	Säuren als Milchsäure	Asche
		in Procenten						
Liesinger Lagerbier . .	1·0179	90·24	—	3·72	6·74	0·45	0·16	0·21
Klein-Schwechater . . .	1·0174	89·95	0·25	3·90	6·15	—	—	0·19
Pilsner (Actien)	1·0129	92·06	0·14	3·55	5·15	—	—	0·19
Pilsner (Bürgl. Bräuhaus)	1·0130	91·15	—	3·46	4·97	0·37	0·16	0·20
Simmeringer Lager . . .	1·0211	89·20	—	4·06	5·74	0·45	0·20	0·21
Währinger Lager . . .	1·0153	90·57	—	3·85	5·58	0·42	0·14	0·22
Lichtenthaler Lager . .	1·0140	91·34	—	3·57	5·09	0·46	0·10	0·18
Ottakringer Lager . . .	1·0157	90·60	—	3.85	5·55	0·39	0·16	0·21

Hygienische Bedeutung des Bieres.

Unter allen alkoholischen Getränken bietet das Bier den Alkohol in der größten Verdünnung, die schädlichen Folgen treten daher nie in dem Grade hervor, wie etwa bei dem Alkohol. Es ist nicht möglich, mit dem Biere rasch große Mengen von Alkohol aufzunehmen, weil

eben die Resorption im Magen auch eine nur allmähliche, von dem Willen des Individuums unabhängige ist. Doch kann der übermäßige Genuss von Bier, namentlich durch Störungen der Verdauung und, wie Manche meinen, auch durch Erzeugung von Herzkrankheiten, die Gesundheit untergraben. Das Bier wirkt diuretisch und zwar durch seinen Alkohol- wie Kohlensäuregehalt (Rintaro Mori), d. h. die Harnausscheidung wird weit mehr angeregt, als wenn man die gleiche Quantität Wasser trinkt. In manchen Fällen der Bierfälschung ist die erhöhte Diurese aber sicherlich auch auf den Glyceringehalt zu beziehen. Junges Bier erzeugt manchmal quälenden Harndrang und einen Reiz des Urogenitalapparats (Biertripper); die gleichen Erscheinungen kann man auch durch den Genuss eines Decoctes von Hopfen hervorrufen (Rintaro Mori). Man führt die Wirkung auf das Hopfenharz zurück. Ein wirksames Antidot gegen die Schädigungen durch zu „junges Bier" stellt die Muscatnuss vor, wie seit altersher bekannt. Bier, welches reich an Hefepilzen ist (hefetrübes Bier), bewirkt Magen- und Darmkatarrh. In mäßig hefetrübem Bier fand man 1 cm^3 etwa 3900 Hefepilze.

Die Nahrungstoffe in dem Bier sind ihrer Menge nach nicht sehr beträchtlich. Ein Liter Bier enthält etwa so viel Eiweiß als 120 *g* Milch, 60 *g* Brot oder 25 *g* Fleisch, und so viel Kohlehydrate als 150 *g* Brot. Es ist eine volksthümliche Anschauung, dass Bier dick mache. Von dem Genusse von Bier allein würde wohl Niemand erheblich an Gewicht zunehmen; da aber das Bier auch den Appetit anregt, so wird eben auch die Nahrungszufuhr durch dasselbe erhöht. Nicht unwesentlich erscheint, dass das Bier sicherlich den Missbrauch des Brantweins einschränkt und damit dessen acute und chronische Intoxicationen verhütet.

Der Bierconsum hat sich aber in manchen Ländern leider weit mehr ausgedehnt, als gerade mit Rücksicht auf den Volkswohlstand zu wünschen ist. Es berechnet sich für den Einzelnen im Jahre:

In	München	566 *l*
„	Belgien	165 *l*
„	England	122 *l*
„	Deutschland . . .	90 *l*
„	Österreich . . .	33 *l*
„	Frankreich . . .	21 *l*
„	Russland	5 *l*
„	Italien	0·1 *l*

Das Bier theilt sich in den verschiedenen Ländern mit den verschiedenen anderen Getränken, wie Schnaps und Wein, in den Consum; Österreich, Frankreich und Italien besitzen viele billige Landweine, welche von der Bevölkerung getrunken werden; in Russland überwiegt der Schnaps als Genussmittel, und auch in Deutschland stellt er einen wesentlichen Bruchtheil des aufgenommenen Getränkes vor.

Surrogate bei der Biererzeugung.

Es ist bekannt, dass in den Bierbrauereien mancher Staaten zahlreiche Surrogate des Malzes, namentlich Stärke, Stärkezucker, ferner

Grünmalz und Reis in Gebrauch gekommen sind. Die Diastase des Malzes reicht ja hin, die zehnfache Menge von Stärke, als ihr von Malz geboten wird, in Maltose umzuwandeln; ferner sollen statt des Hopfens andere Bitterstoffe, wie Absinth, Weidenrinde, Aloë, Brechnuss, Belladonna, spanischer Pfeffer, Bilsenkraut, Coloquinten, Quassia, Tausendguldenkraut, Taumellolch, Bitterklee, Enzian, Kokkelskörner, Pikrinsäure u. s. w. verwendet werden; wahrscheinlich aber nur in geringer Menge als Zusätze zum Hopfen.

Alle diese Zusätze sind bedenklich. Bei der Vergährung des aus Kartoffelstärke entstandenen Zuckers bilden sich immer Fuselöle, unter denen beträchtliche Mengen von Amylalkohol nachgewiesen sind, der besonders das Gefühl von Schwere und Eingenommensein des Kopfes, Betäubtsein und Übelbekommen nach dem Genusse solcher Getränke veranlasst.

Würden aber selbst diese Bedenken behoben, so muss noch immer berücksichtigt werden, dass ein mit derartigen Zusätzen versehenes Bier auch dann eine andere Zusammensetzung hat, als normal aus Malz und Hopfen bereitetes. Es wird bei Anwendung von Stärke oder Stärkezucker der Alkohol überwiegen und eine dürftige Vertretung von Eiweißkörpern und Salzen platzgreifen, so dass die der Gesundheit, dem Wohlbekommen und der Ernährung zuträgliche Mischung des echten, aus Malz und Hopfen bereiteten Bieres mehr oder weniger alteriert ist.

Ähnliche Gesichtspunkte ergeben sich auch bei Verwendung anderer Malzsurrogate zur Biererzeugung, so z. B. bei Verwendung von Grünmalz und Reis.

Alle aus Malzsurrogaten erzeugten Biere haben deshalb einen verminderten Wert als Genussmittel und es sollte demnach von Seite der öffentlichen Verwaltung der Verkauf solcher Präparate unter dem Namen „Bier“ nicht gestattet werden. Das Gleiche gilt auch, wenn statt des Hopfens andere Zusätze zum Bier verwendet werden.

Die verschiedenen Bitterstoffe, welche als Ersatzmittel des Hopfens dienen, sind — Bitterklee und Centaureabitter ausgenommen — der Gesundheit direct mehr oder weniger nachtheilig und schon deshalb als Bierzusätze unzulässig. Niemals können aber diese Stoffe den Hopfen selbst ersetzen. Das Hopfenöl, Hopfenharz, Hopfenbitter bedingen wesentliche Eigenschaften und Wirkungen des Bieres: die Verlangsamung des Gährungsprocesses, die Klärung der Würze, die Feinheit des Geschmacks, das erfrischende Aroma des Bieres und die Haltbarkeit. Und zwar ist nur in gutem und frischem Hopfen jenes Mischungsverhältnis, jene Qualität und Quantität wirksamer Hopfenbestandtheile zu finden, die zur Erzeugung eines wohlschmeckenden und gesunden Bieres nöthig sind.

Viele Hopfenhändler suchen durch betrügerische Manipulationen altes und schlechtes Material als scheinbar gutes abzusetzen. Auch wird der Hopfen in den Brauereien selbst hie und da in ungeeigneter Weise behandelt, so z. B. durch zu langes Auskochen der ganzen Menge des zur Würze zuzusetzenden Hopfens oder eines Antheils desselben. Hierbei gelangen in reichlicher Menge in das Bier harzige Bitterstoffe, auch die nochmalige Verwendung von schon gebrauchtem Hopfen, der nur noch Gerb- und Bitterstoff, aber kein Aroma liefert, ist in keinem Falle als zulässig zu erklären.

Jene Behandlungsweisen des Hopfens, welche zu seiner besseren Conservierung dienen und seine Qualität nicht schädigen, sind nicht als Hopfenverfälschung anzusehen. Hierzu ist zu rechnen das Schwefeln, das Pressen und das Aufbewahren des Hopfens in dichten Gefäßen.

Neben dem natürlichen Hopfen finden sich im Handel unter den Namen „Hopfenöl, Hopfenaroma, Hopfenextract“ Präparate, welche aus dem Hopfen selbst gewonnen sein sollen. Vom chemischen und hygienischen Standpunkte aus ist ihre Einführung indes selbst im Falle ihrer Echtheit nicht zu empfehlen, und zwar erstens, weil bei der Bereitung des Extractes und der Essenz die wirksamen Bestandtheile des Hopfens leicht wesentliche Veränderungen erleiden können, zweitens weil durch dieselben der Beimengung fremder Bitterstoffe zum Bier Vorschub geleistet wird.

Ein weiterer vielfach üblicher Zusatz zum Bier ist der von Glycerin. Glycerin ist zwar ein normaler Bestandtheil des Bieres, aber die Menge desselben ist eine außerordentlich kleine (0·2 per mille). In vielen Brauereien werden aber dem Bier neben dem darin als normaler Bestandtheil vorkommenden Glycerin nach der Gährung auf je 100 *l* noch zwischen ½ und 1 *l* käufliches Glycerin zugesetzt. Hierdurch wird der Geschmack des Bieres süßer, vollmundiger und erzeugt in dem Trinker den Glauben, als wäre das Bier sehr extractreich. Ein solches mit Glycerin versetztes Bier bildet einen feinen, zarten, gefälligen Schaum. Häufig auch setzt der Brauer dem Biere Glycerin zu, um begangene Fehler beim Brauen zu verdecken. Z. B. wenn durch Verwendung ungeeigneter Hefe oder eines alten oder überhaupt wenig kräftigen Hopfens die Gährung zu rasch oder unregelmäßig abläuft und dadurch das Bier wenig haltbar wird.

Der Zusatz von Glycerin ist absolut unzulässig.

Das reine Glycerin gehört keineswegs zu den für den Organismus indifferenten Körpern. Weiter ist zu beachten, dass das meiste Glycerin des Handels sehr bedeutsame Verunreinigungen, häufig Ameisensäure, **Oxalsäure, Buttersäure u. s. w. enthält.**

Unter den verschiedensten, häufig schwer oder gar nicht zu vermeidenden Umständen tritt ein Trübwerden des Bieres ein, das zu seiner Verderbnis führt oder seinen Absatz beeinträchtigt. Der Brauer wendet in solchen Fällen Klärungsmittel an. Gegen die Klärung des Bieres durch Hasel- und Weißbuchenspäne, gegen Hausenblase, Gelatine und Tannin ist nichts einzuwenden; dagegen ist als Klärungsmittel der in neuerer Zeit in Anwendung gekommene, gesundheitlich bedenkliche, saure schwefelsaure Kalk, dann Zusatz von Schwefelsäure und Alaun **unbedingt unzulässig.**

Um eine größere Haltbarkeit des Bieres zu erzielen, sind mancherlei Zusätze gebräuchlich. Wird das Brauverfahren mit Umsicht und Verständnis geleitet und hierbei gutes Material verwendet, so genügt jetzt, wie früher, wo man nichts Anderes kannte, das Harz des Hopfens und das Pech der Fässer zur Conservierung. Auch das Pasteurisieren ist eine Conservierungsmethode, welche rationell ist; es besteht einerseits auf der Darstellung und Verwendung einer möglichst reinen, d. h. von den „Krankheitsfermenten,“ besonders der Essig- und Buttersäuregährung befreiten Hefe, andererseits darauf, dass die Bierwürze zunächst stark erhitzt und hierauf unter Bedingungen gesetzt wird, welche das Eindringen von Pilzkeimen aus der Luft verhindern. Bedenklicher sind

aber hiergegen die zur Bierconservierung nicht selten benutzten Borpräparate und die Salicylsäure. Gut gebrautes Bier bedarf dieser Zusätze nicht.

Hie und da wird die Farbe der Biere durch künstliche Zusätze nuanciert. Helle Biere werden durch sogenannte Zuckercouleur und ähnliche färbende Stoffe dunkler gemacht. Pikrinsäure färbt lichtgelb und macht das Bier bitter. Da die Pikrinsäure giftig ist, bedarf das Unerlaubte ihres Zusatzes keiner weiteren Erörterung.

Auch die Zugabe von Zuckercouleur ist zu verbieten. Der Consument schätzt die dunkle Farbe als ein Zeichen eines höheren Extractgehalts: die Zugabe von Couleur soll also den letzteren vortäuschen.

Saure Biere sucht man durch Pottasche, Soda u. dgl. zu verbessern. Dies gelingt nur bei geringen Säuregraden. Bei stärkerem Säuregrad ändert sich bei der Neutralisation der Geschmack des Bieres und es wird trübe. Es sind daher stets saure Biere vom Genusse auszuschließen.

Nach dem Dargelegten muss daran festgehalten werden, dass gutes Bier nur aus Gerstenmalz, Hopfen, Hefe, Wasser hergestellt werden kann. Alle anderen im Bier vorfindlichen Zusätze mögen sie als Surrogate der obigen Materialien oder zum Zwecke der Färbung, Säure-Abschwächung oder der Haltbarmachung des Bieres diesem zugefügt worden sein, sind unzulässig. Das Bier soll die verschiedenen Gährungsstadien in normaler Weise durchlaufen und nicht durch Essiggährung verdorben sein. Es soll vollkommen frei von allen metallischen Beimengungen sein. Letztere können durch unzweckmäßige Geräthschaften bei der Biererzeugung, sowie durch Unreinlichkeit im Ausschank in das Bier gelangen.

Ausschank des Bieres.

Wenn Bier längere Zeit in unreinlich gehaltenen Gefäßen steht, nimmt es einen ekelhaften Geschmack und Geruch an. Besonders leicht aber wird der Geschmack durch Metallgefäße deutlichst metallisch und unangenehm. Lässt man Bier nur kurze Zeit mit blankem Kupfer oder Zink in Berührung, so lassen sich die beiden Metalle gelöst nachweisen.

Vielfach wird nun dem Bier in neuerer Zeit in den sogenannten Bierpressionen Gelegenheit gegeben, Metalle aufzunehmen.

Die Bierpressionen bestehen aus einer Compressionspumpe, welche die Luft nach einem Luftkessel treibt. Bei dem Anstechen bringt man das Fass mit diesem Luftkessel mittelst einer Zuleitungsröhre in Verbindung, während durch eine zweite Röhre, die Bierleitungsröhre, das Bier aus dem Fass nach dem Ausschank geleitet wird.

Bei den Bierdruckapparaten kann das Fass in dem Keller liegen bleiben, somit sich kühl erhalten, und außerdem lässt sich das Bier ohne Trübung aus dem Fass entleeren, während bei der Verzapfung vom Fass, sobald das Bier auf die Neige geht, gekippt werden muss, in Folge dessen Hefe und Pechtheilchen aufgeschwemmt werden, die das Bier trüben; durch die Bierdruckapparate wird an Zeit und Arbeit bei der Herbeiholung des Bieres zum Ausschank gespart; ferner soll das Entweichen der Kohlensäure durch den hohen Druck, den die Luft in dem Apparate ausübt, gehindert werden, wodurch das Bier länger conserviert bleibt.

Die Erfahrung hat aber im Gegentheil gelehrt, dass die Luftpression die behauptete längere Zurückhaltung der Kohlensäure nicht bewirkt, vielmehr das Schalwerden

eines großen Theiles des Fassinhalts veranlasst und die Säurebildung im Biere begünstigt. Seit einiger Zeit verwendet man reines Kohlensäuregas an Stelle der Luft, wodurch selbstverständlich der erhobene Einwand hinfällig wird.

Ferner können, wenn die zur Pression verwendete Luft nicht aus freier Atmosphäre, sondern, wie das in der Regel der Fall ist, aus Kellern, Höfen, Stuben entnommen wird, dadurch dem Biere schädliche Stoffe, möglicherweise Infectionskeime zugeführt werden. Durch Leitungen, die nicht aus englischem Zinn bestehen, kann das Bier metallhaltig werden. Namentlich sind Bleiröhren und Kautschukschläuche ganz verwerflich. Auch Röhren aus Kupfer, Zink und Bleicompositionen geben an Bier Metall ab. Steht Bier über Nacht in Bleiröhren, so wird es bleihaltig. Wie viel Blei aus solchen Röhren an das Bier abgegeben wird, geht schon daraus hervor, dass jede Bleiröhre, die längere Zeit beim Bierausschank benutzt wird, sehr bald deutliche Zeichen der Corrosion aufweist. Kautschukschläuche sind als Bierleitungsröhren deshalb zu verwerfen, weil die geringeren Sorten große Mengen von Mennige, Bleioxyd oder Zinkoxyd enthalten. Außerdem haben die Kautschukschläuche das Unangenehme, dass das Bier leicht den Geschmack und den Geruch nach Kautschuk annimmt.

Der Hauptnachtheil dieser Bierpressionen besteht darin, dass die Leitungsröhren sich sehr bald verunreinigen. Es geschieht dies durch mancherlei Bierbestandtheile (abgestorbene Hefe, harzige Stoffe des Hopfens, Salze), welche sich an den Wandungen der Leitungsröhren festsetzen. Dieser Niederschlag nimmt rasch an Dimension zu, geht bald in Fäulnis über und verdirbt das Bier, welches trübe, ekelerregend und gesundheitsgefährlich wird. Wiederholt wurde beobachtet, dass Bier, aus einer Pression verzapft, welche selten gereinigt wurde, ausnahmslos hochgradiges Kopfweh erzeugte, während dasselbe Bier, aus derselben Brauerei bezogen, direct verzapft oder als Flaschenbier getrunken, bei gleich großem Consum zu keinerlei üblen Nachwirkungen Veranlassung gab.

Wie das Leitungsrohr, so werden auch Luftrohr und Compressionspumpe durch Fäulnisstoffe verunreinigt, da es nicht immer zu verhüten ist, dass Bier aus dem Fasse durch ersteres in letztere zurückstaut.

Ob die sämmtlichen Nachtheile der Bierpressionen durch eine gute Construction, tadelloses Material, sorgfältige Handhabung und strenge Reinlichkeit vermieden werden können, darüber gehen die Ansichten gegenwärtig noch auseinander. Diese Differenz der Meinungen hat zur Folge, dass die Frage der Zulässigkeit der Bierdruckapparate von Seite der verschiedenen sachverständigen Sanitätsorgane bald bejahend, bald verneinend beantwortet wird.

Einerseits findet man es nicht gerechtfertigt, die Pressionen, wie dies an manchen Orten geschieht, einfach zu verbieten; es sei das nicht allein eine Schädigung der Wirte, sondern geradezu eine Benachtheiligung der Consumenten, die dadurch um mancherlei Vortheile kommen. Die Nachtheile dieser Apparate seien vollständig zu vermeiden, und zwar durch Herstellung der Röhren aus englischem Zinn, ferner durch Anbringung eines Zwischengefäßes zwischen dem Luftkessel und dem Ansatz der Luftröhre auf das Bierfass, zum Zwecke der Entfernung des hineingetretenen Bieres, und insbesondere durch tägliches Ausspülen der Röhrenleitungen mit warmem Wasser neben periodischer Reinigung mit Dampf.

Andererseits wird gesagt, dass die bisher üblichen Reinigungsverfahren nicht genügen, um alle gesundheitsgefährlichen Verunreinigungen wegzuschaffen, dass die Controle über die nothwendige Reinhaltung der Röhren und der Apparate überhaupt nicht möglich, es deshalb geboten sei, die Bierpressionen gänzlich zu verbieten.

Beurtheilung und Untersuchung des Bieres.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Bieruntersuchungen mit ganz besonders großen Schwierigkeiten verbunden sind, da die Methoden nur für den Nachweis an Alkohol, Extract, Salzen und Kohlensäure und etwa auch noch für das Auffinden einzelner fremdartiger Bestandtheile genügen, dagegen bisher nicht oder nur mangelhaft gestatten, die etwaige Verwendung von Surrogaten mit Sicherheit nachzuweisen.

Stets wird man der eigentlichen chemischen Untersuchung eines Bieres erst eine Vorprüfung mit den Sinnen vorausgehen lassen. Dahin gehören namentlich die Prüfung des Geschmacks, des Aromas u. s. w., für deren Isolierung der dermalige Standpunkt unserer chemischen Kenntnisse und Hilfsmittel nicht ausreicht.

Vorprüfung.

Ein gut gebrautes Bier soll hell und klar sein, von mehr oder weniger gelblichbrauner bis brauner Farbe. Der Bierkenner von Fach beachtet auch den eigenthümlichen Glanz des Bieres, der unleugbar mit dem chemischen Bestand des untersuchten Bieres in einem unzertrennbaren Zusammenhange steht. Bei Beurtheilung der Farbe desselben muss berücksichtigt werden, dass auf die Farbe des Bieres nicht nur das Malz, sondern auch die Umsetzungsproducte der Eiweißkörper und die Hopfenextractivstoffe von Einfluss sind.

Ein feiner, kleinblasiger, rahmähnlicher Schaum ist ein charakteristisches Kennzeichen eines, was den Kohlensäuregehalt betrifft, gut qualificierten Bieres. Nur ist dabei zu berücksichtigen, dass die Art des Einschänkens auf die Schaumbildung von Einfluss ist. Auch wird häufig durch Zusatz von kohlensäurehaltigem Wasser das Bier zum Schäumen gebracht. In der Regel haben alkoholische Biere einen nur wenig hoch stehenden Schaum, vollmundige Biere dagegen einen schwer zusammenfallenden. Wie schon erwähnt, macht auch ein Zusatz von Glycerin das Bier stark schäumend.

Der Geschmack des Bieres ist prickelnd, aromatisch bitter. Die Vollmundigkeit wird durch den Gesammtgehalt der festen Bestandtheile, vornehmlich des Dextrins, bedingt. Einen wesentlichen Einfluss auf die Affection der Zunge übt auch die entsprechende Temperatur des Bieres.

Der Geruch des Bieres lässt nur erhebliche Verunreinigungen erkennen. Dagegen werden durch ein einfaches Erhitzen des Bieres zum Sieden die Wirkungen auf den Geruchsinn häufig derart gesteigert, dass über manche gute oder fehlerhafte Eigenschaften (Gehalt an Fusel) hierdurch Aufklärung verschafft wird. Noch bessere Dienste leistet in dieser Hinsicht die Destillation des Bieres, wodurch der Alkohol und das Aroma im Destillat sich anhäufen und eine Abschätzung und Classificierung aufs wesentlichste erleichtern.

Chemische Untersuchung.

Der Kohlensäuregehalt des Bieres lässt sich bestimmen, wenn man eine gewogene Menge Bier (300 *g*) in ein Kölbchen bringt, dessen Hals mit einer U-förmigen Röhre, welche mit concentrierter Schwefelsäure getränkte Bimssteinstücke enthält, verbunden ist, und erwärmt. Die Kohlensäure entweicht, während Wasser und Alkohol von der concentrierten Schwefelsäure zurückgehalten werden. Der Gewichtsverlust wird als Kohlensäure berechnet.

Das specifische Gewicht lässt sich am bequemsten mittelst der Westphal'schen Wage (für 15° C.) ermitteln.

Der Extractgehalt des Bieres bietet für die Bestimmung meist keine Schwierigkeit, da er sich aus dem specifischen Gewicht des alkoholfreien Bieres berechnen lässt. Man wiegt 100 *g* Bier ab und dampft auf etwa 30 cm^3 ein; sodann verdünnt man

wieder auf 100 cm^3, lässt auf 15° C. erkalten und stellt das specifische Gewicht fest. Es entspricht in Procenten nach Schultze-Ostermann:

Spec. Gewicht	Procent Extract	Spec. Gewicht	Procent Extract.
1·012	3·13	1·022	5·69
1·013	3·39	1·023	5·95
1·014	3 65	1·024	6·20
1·015	3·91	1·025	6·45
1·016	4·16	1·026	6·71
1·017	4·42	1·027	6·91
1·018	4.67	1·028	7·21
1·019	4·93	1·029	7·46
1·020	5·19	1·030	7·71
1·021	5·44		

Die specifische Gewichtsbestimmung des normalen und des von Alkohol befreiten Bieres gestattet auch indirect den Alkoholgehalt festzustellen. Zu diesem Zwecke addiert man zum specifischen Gewicht des Bieres 1000 und subtrahiert das specifische Gewicht der Extractlösung. Man erhält dann das specifische Gewicht der Alkohollösung, welche das Bier darstellt, und kann aus diesem dann mit Hilfe bekannter Tabellen den Gehalt an absolutem Alkohol erfahren (s. S. 654).

Am besten bestimmt man den Alkohol direct, indem man eine gewogene Menge Bier auf ein Drittel überdestilliert und das specifische Gewicht des Destillats, d. h. des verdünnten Alkohols, mittelst Piknometer oder Westphal'scher Wage feststellt.

Aus dem Extractgehalt und dem Alkoholgehalt ergibt sich der Gehalt der ursprünglich beim Brauprocess verwendeten Würze, indem man zu dem Procentgehalt an Extract die doppelte Menge des Alkoholgehalts hinzuzählt. Von der ursprünglichen Stammwürze ist meist ein ganz verschiedener Bruchtheil vergohren; man drückt den Vergährungsgrad in Procenten aus. Hat man eine Würze von 14 Procent und 7 Procent Extract, so ist der Vergährungsrad 50 Procent.

Die Säure des verdorbenen Bieres ist die Essigsäure; letztere wird abdestilliert (s. o.), indem man einen Strom von Wasserdampf durch den Kolben schickt, in welchem sich das Bier befindet. Das Bier selbst wird gleichzeitig direct erhitzt. Die abziehenden Dämpfe condensiert man mittelst eines Kühlers und titriert die Flüssigkeit mit Normallauge.

Das Glycerin lässt sich bestimmen, indem man etwa 50 g Bier auf 10 cm^3 eindampft, 3 g Ätzkalk (oder Baryt) und 5 g feinen Quarzstand zusetzt und nun (im Hofmeister'schen Schälchen) zum Trocknen verdampft. Die gepulverte Masse wird dann in einem Extractionsapparat mit absolutem Alkohol 8 Stunden extrahiert, alsdann der Alkohol bis auf 10 cm^3 abgedampft, 25 cm^3 Äther zugesetzt und nun wohl verschlossen 12 Stunden stehen gelassen. Man filtriert und wäscht mit einer Mischung von Alkohol und Äther nach und verdampft das Filtrat zum Trocknen. Das Gewicht des Trockenrückstandes ist Glycerin.

Maltose und Dextrin können dadurch unterschieden werden, dass Maltose direct Fehling'sche Lösung reduciert, Dextrin aber erst nach Kochen mit einer Mineralsäure. Zu diesem Zwecke werden dann 50 g Bier mit 150 cm^3 Wasser verdünnt, 20 cm^3 Salzsäure zugesetzt und 3 Stunden bei aufgesetztem Rückflusskühler erhitzt.

Unter Umständen kann die Bestimmung der freien Säure von Interesse sein. Dieselbe wird durch Titrieren des entkohlensäuerten Bieres mit einer Natronlauge von bekanntem Gehalt ausgeführt. Der gefundene Säuregehalt wird entweder auf Essigsäure oder Milchsäure bezogen.

Prüfung auf fremde Bestandtheile.

Unter den metallischen Verunreinigungen des Bieres sind hauptsächlich jene zu berücksichtigen, die infolge der zur Biererzeugung und beim Bierausschank verwendeten metallenen Geräthschaften in dasselbe gerathen können. Man weist sie nach, indem man eine nicht zu geringe Quantität des Bieres zur Trockene verdampft, einäschert und die Asche nach den Regeln der Analyse untersucht.

Wenn die Asche mehr als 3·5 g im Liter Bier beträgt, so liegt der Verdacht vor, dass dem Bier mineralische Stoffe aus den früher erwähnten Gründen (Kreide, Magnesia, Pottasche, Soda zur Neutralisation von saurem Bier, Alaun zum Klären, borsaures

Natron zur besseren Haltbarmachung) zugesetzt worden sind. Durch Feststellung der chemischen Zusammensetzung der Bierasche wird man die Natur dieser Zusätze erfahren. Da die Gerste reicher an Phosphorsäure ist, als die zur Biererzeugung gebräuchlichen Malzsurrogate, so ist die Bestimmung des Gehalts an Phosphorsäure im Bier von besonderer Wichtigkeit. Echtes Bier enthält fast immer mehr als 0·6 *gr* Phosphorsäure pro 1 *l*. Die Phosphorsäure des Bieres lässt sich leicht quantitativ bestimmen, wenn man die Bierasche in Salpetersäure löst, die Lösung filtriert, nachwäscht, eindampft, den Eindampfrückstand in Wasser auflöst und die Lösung mit Uranlösung titriert.

Um Salicylsäure nachzuweisen, werden 10 cm^3 Bier mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und mit 10 cm^3 Äther geschüttelt. Der Äther nimmt die Salicylsäure auf und gibt, mit Eisenchloridlösung versetzt, eine Violettfärbung.

Um die oben erwähnten Hopfensurrogate im Biere aufzufinden, empfiehlt sich nachstehendes Verfahren, welches auf der Fähigkeit des Benzols, Amylalkohols, Äthers beruht, die Bitterstoffe aus wässerigen Lösungen beim Schütteln mit denselben aufzunehmen.

Zur Ausführung dieses Verfahrens werden mehrere Liter Bier im Wasserbade bis zur Syrupconsistenz abgedampft und der Rückstand mit dem fünffachen Gewicht starken Weingeistes versetzt. Die Mischung wird öfters umgerührt und durch 24 Stunden stehen gelassen. Hierbei bleiben die zu ermittelnden Substanzen in Lösung, während Salze und die in Alkohol unlöslichen Stoffe zum größten Theil abgeschieden werden.

Nach dem Absetzen derselben wird die klare Flüssigkeit abgegossen, zur Seite gestellt und der Bodensatz wiederholt mit Alkohol ausgezogen. Die vereinigten alkoholischen Auszüge werden durch Destillation von Alkohol befreit, wodurch ein syrupartiger Destillationsrückstand gewonnen wird, der die zu ermittelnden verdächtigen Stoffe enthält. Ein kleiner Theil des Rückstandes wird mit der dreifachen Menge Wassers verdünnt und in dieser Lösung ein Schafwollappen längere Zeit hindurch eingelegt. Bei Gegenwart von Pikrinsäure färbt sich die Wolle gelb und wird durch Waschen nicht entfärbt. Man kann auch den wässerigen Auszug eindicken und mit Äther extrahieren, der dann die Pikrinsäure fast rein aufnimmt.

Der übrige Theil des Destillationsrückstandes wird mit dem sechsfachen Gewichte chemisch reinen Benzols eine Zeitlang geschüttelt. Das sich obenauf lagernde Benzol wird mittelst eines Scheidetrichters abgehoben und frisches Benzol aufgegossen und die Operation des Schüttelns neuerdings wiederholt. Die Benzinlösungen nehmen hierbei etwaiges Brucin, Strychnin, Colchicin und Colocynthin auf, welche Stoffe beim Verdunsten des Benzols zurückbleiben.

Man vertheilt die Benzollösung auf mehrere Ургläser und bringt sie an freier Luft zum Verdampfen. Salpetersäure von 1·33 bis 1·4 specifischen Gewichts bringt eine rothe Färbung des Rückstands hervor, wenn derselbe Brucin, eine violette, wenn er Colchicin ist. Strychnin mit Schwefelsäure behandelt, gibt keine auffällige Färbung, setzt man aber weiter noch ein kleines Kryställchen von chromsaurem Kali zu, so tritt in der Flüssigkeit eine prachtvolle purpurviolette Farbe auf, die sich streifenartig entwickelt.

Den mit Benzin behandelten Syrup schüttelt man wiederholt mit reinem Amylalkohol aus. Dieser nimmt etwa vorhandenes Pikrotoxin und Aloëbitter auf. Zur Unterscheidung des Pikrotoxins von der Aloë gießt man einen Theil der Amylalkoholausschüttung auf eine Glasplatte und lässt sie an freier Luft verdunsten. Kommen dabei feine, weiße, fächerförmige oder garbenähnliche krystallinische Ausscheidungen zum Vorschein, so ist Pikrotoxin zugegen, welches letztere alkalische Kupferlösung reduciert und durch concentrierte Schwefelsäure orangegelb gefärbt wird.

Bleibt dagegen eine nicht krystallinische, bitter schmeckende Masse zurück, so kann sie Aloë sein, was durch den eigenthümlichen safranartigen Geruch, den in diesem Falle der Rückstand entwickelt, erkannt wird.

Der mit Benzin und Amylalkohol behandelte Rückstand wird nunmehr mit wasserreichem Äther geschüttelt. Dieser nimmt das noch vorhandene Hopfenbitter und das Absynthin auf; in dem Verdunstungsrückstande lässt sich das letztere leicht an dem es begleitenden Wermuthsaroma erkennen. Das Absynthin ist dadurch charakterisiert, dass es mit concentrierter Schwefelsäure eine rothgelbe, schnell ins Indigoblau übergehende Lösung gibt.

Der mit Äther behandelte Rückstand kann noch Gentipikrin, Menyanthin und Quassin enthalten. Auf die weitere Untersuchung kann hier verzichtet werden.

Wenn nur der Verdacht auf Pikrotoxin allein vorliegt, so engt man das Bier unter Zusatz von Soda bis zur alkalischen Reaction bis zur Syrupconsistenz ein und

zieht durch Schütteln mit Äther zuerst das Hopfenbitter aus (Hopfenbitter geht auch aus alkalischen Lösungen in Äther über, Pikrotoxin aber nicht) und kann dann, nachdem der Rückstand angesäuert wurde, das Pikrotoxin durch abermaliges Schütteln mit Äther (aus saurer Flüssigkeit geht das Pikrotoxin in Äther über) in die ätherische Lösung überführen, aus welcher es sich nach dem Verdunsten des Äthers in Krystallform ausscheidet.

Nach Brunner wird Pikrinsäure nachgewiesen, indem man 1 *l* Bier mit Salzsäure angesäuert, etwas rein weiße Wolle zugesetzt und längere Zeit damit auf dem Wasserbade digeriert; dann nimmt man die Wolle heraus, spült dieselbe mit Ammon ab, dampft diese Flüssigkeit im Wasserbade ein und versetzt sie nun mit Cyankalium; eine blutrothe Färbung zeigt das gebildete Kaliisopurpurat an.

Wein.

Weingewinnung und Weinbereitung.

Die außerordentliche Verschiedenheit der einzelnen Weine beruht einerseits auf der Besonderheit der Traubenarten, deren es gegen 2000 geben soll, weiters aber auf der Verschiedenheit der Lage und der klimatischen Verhältnisse. In den nördlichen Gegenden ist namentlich durch letztere Umstände die Reifung der Trauben eine sehr ungleiche und die Qualität des zu gewinnenden Weines sehr verschieden.

Die Trauben reifen nicht an allen Stellen der Weinbauanlage gleichzeitig. Wo sie sonnig liegen, vor dem Wetter geschützt sind, wo der Boden reichliche Nahrung bietet, werden die Trauben früher reif.

Die reife Traube besteht aus den Kämmen, den Schalen, dem Kerne und dem Traubensafte. Die Kämme enthalten Cellulose und viel Gerbsäure, daneben eine stark sauer schmeckende Substanz, wahrscheinlich Weinsteinsäure, die Schalen Farbstoff und kleine Mengen von Gerbstoffe, die Kerne ebenfalls Gerbsäure und ein fettes Öl, dessen Säure für die Bildung des Weinbouquets von Belang ist. Der Saft der reifen Weinbeere enthält Zucker, dessen Mengen die Grenzen von 12 bis 30 Procent nicht überschreiten, außerdem organische Säuren, und zwar vorherrschend weinsaure Salze, weiter eiweißartige und Pectinstoffe, Gummi, Pflanzenschleim und endlich je nach der Rebsorte besondere Riechstoffe. In der Asche finden sich vorwiegend Kali, Kalk und Phosphorsäure. Der eigentliche frische Traubensaft ist demnach farblos, er enthält keine oder höchstens nur Spuren von Gerbstoff, Fett und wachsartigen Körpern. Die Farbe des Weines hängt von der Zeit, während welcher die Schalen mit dem gegohrenen Most in Berührung bleiben, ab. Man lässt bei den gewöhnlichen Weinen des südlichen Frankreich die Schalen 8 bis 14 Tage, bei den deutschen Rothweinen bis zu 3 Wochen in der Flüssigkeit.

Der gekelterte Traubensaft wird der Gährung unterworfen. Die Verhältnisse, unter welchen die Gährung des Mostes vor sich geht, haben für die Qualität des Weines die größte Bedeutung.

Ist die Temperatur des Gährungsraumes höher als 15°, so erfolgt die Gährung rasch. Der Wein wird allerdings im Verhältnis seines Zuckergehalts bald alkoholreich, aber bouquetlos, wenig wohlschmeckend. Wenn die Temperatur dagegen zwischen 8 und 15° schwankt, so ist die Gährung, analog der Untergährung beim Bier, eine langsam verlaufende, sie liefert aber dafür ein haltbares, bouquetreiches, feinschmeckendes Product.

Allmählich nehmen die Gährungserscheinungen an Intensität ab, der junge Wein hat nach einiger Zeit die Hauptgährung überstanden und kommt zur Nachgährung in die Lagerfässer.

Dem Gesagten nach können die Bestandtheile des gekelterten Traubensaftes nicht identisch mit denen des durch geistige Gährung aus dem Rebensafte entstandenen und umgewandelten Weines sein. Der Wein kann aber, wenn er unverfälscht geblieben ist, keine anderen Bestandtheile als solche enthalten, die entweder schon ursprünglich im Moste vorhanden waren oder sich aus solchem infolge der eingetretenen Zersetzung gebildet haben. Da der Zucker des Traubensaftes die Grenzen von 12 bis 30 Procent niemals übersteigt und der Zucker sich durch Gährung, von kleinen Mengen Glycerin, Bernsteinsäure u. s. w. abgesehen, in Alkohol und Kohlensäure spaltet (die Menge des aus Zucker sich bildenden Alkohols beträgt nahezu die Hälfte vom Gewicht des ersteren), so kann die Alhoholmenge in gut ausgegohrenen Weinen nicht leicht unter 6 und nicht über 15 Procent betragen.

Die Maximalgrenze dürfte dagegen die Ziffer von 15 Procent kaum je erreichen, selbst wenn der Wein aus Trauben erzeugt wurde, die in ihrem Safte volle 30 Procent an Zucker enthielten. Ist nämlich im gegohrenen Moste bei einer 12° nicht überschreitenden Temperatur der Alkoholgehalt bis auf 11 Procent gestiegen, so wird der Process der Gährung gemäßigt, bei 12 Procent Alkoholgehalt findet die Umsetzung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol nur mehr sehr langsam, und mit dem weiteren Anwachsen des Alkoholgehalts immer langsamer statt, weil alkoholreiche Flüssigkeit die Gährung hemmt. Alkoholreiche Weine können darum kleinere oder auch größere Mengen von unzersetzt gebliebenem Zucker enthalten, in gut gegohrenen Weinen dagegen, die einen Alkoholgehalt von 8 Procent, 9 Procent oder darunter aufweisen, sind nur Spuren von Zucker vorhanden.

Die Gährung kann nur insolange währen, als die gährende Flüssigkeit die nothwendigen Nährstoffe enthält. Sind diese einmal aufgezehrt, so stellen die Hefezellen ihre Thätigkeit ein, sinken zu Boden und die Gährung hört auf, selbst wenn noch nicht aller Zucker umgesetzt ist. Als solche Nährstoffe muss man einige Salze und gewisse, stickstoffhaltige, organische Körper ansehen. Sie finden sich, wie bereits oben erwähnt, im Traubensafte. Enthält aber letzterer verhältnismäßig mehr von ihnen, als für die Entwickelung der die Spaltung des vorhandenen Zuckers bewirkenden Weinhefepilze nöthig ist, so finden häufig nach Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure infolge der Thätigkeit anderer der Hefe beigemengter Keime Zersetzungen anderer Bestandtheile des Weines statt, so der Zerfall der Weinsäure, die Oxydation des Alkohols — Vorgänge, die unter dem Namen Kahmigwerden, Sauerwerden, Bitterwerden, Langwerden, Schmeer u. s. w. als Weinkrankheiten bekannt sind. Es ist demnach sehr wichtig, dass aus dem jungen vergohrenen Weine die Eiweißsubstanzen bald entfernt werden, was hauptsächlich dadurch geschieht, dass in der alkoholreich gewordenen Flüssigkeit diese Substanzen weniger leicht löslich sind, sich demnach als Bodensatz ausscheiden. Durch diese Ausscheidungen, welche unter dem Namen „Lager“ bekannt sind, verliert der Wein einen Theil der weinsauren Salze, phosphorsauren Kalk und Magnesiaverbindungen, Hefezellen, stickstoff- und gerbstoffhaltige Substanzen.

Über die Zusammensetzung bekannter Weinsorten s. S. 646.

Farbe des Weines.

Die Ursache der Farbe der meisten Weine ist nicht im Traubensafte zu suchen, sondern in den Schalen der Beeren und in den Kernen. Im gewöhnlichen Leben spricht man von weißen und rothen

Durchschnittszahlen nach König	Spec. Gewicht	Alkohol	Säure als Weinsäure	Zucker	Extract	Asche	Farbstoff und Gerbstoff
Moselwein	0·9977	12·06	0·608	0·204	1·885	0·203	—
Rheingauwein	0·9958	11·45	0·455	0·378	2·299	0·169	—
Rheinhessische Rothweine	0·9961	9·55	0·582	0·326	3·013	0·218	—
Pfälzer Weine	0·9956	11·55	0·534	0·522	2·390	0·162	—
Frankenweine	0·9938	8·83	0·609	—	1·246	0·244	—
Elsässer Weißweine	0·9906	10·14	0 546	0·092	1.723	0·207	—
Elsässer Rothweine	0·990	11·13	0·468	0·045	2.157	0·298	—
Französ. Rothweine	0·9947	9·40	0·589	0·616	2·341	0·217	0·616
Tokayer	1·0128	12·05	0·69	5·14	7·220	0·045	0·850
Portwein	1·0045	16·41	0·47	3·99	6·17	0·29	0·17
Madeira	0·9986	15·60	0·49	3·28	5·28	0·31	0·30
Malaga	1·0591	11·55	0·42	13·17	17·29	0·35	9·23
Marsala	1·0020	16·38	0·47	3·47	4·65	0·37	0·37
Sherry	0·9909	17·01	0·53	1·53	3.47	0·46	0·60
Champagner	1·040	9·22	0 58	10·70	11·20	0·14	0·06

Österreicher Weine	Spec. Gewicht	Alkohol Vol.	Freie Säure	Farbstoff und Gerbstoff	Asche	Extract	
Vöslauer Goldeck	0·9934	10·281	0·592	0.154	0·258	2·534	Neubauer
Erlauer 1866	0·9991	9·489	0·705	0.134	0·211	3·712	
Gumpoldskirchner	0·9944	9·967	0·532	0.134	0·272	2·530	
Böhmische Weine:							
Cernoseker	0·9926	14·43	0·619	—	0·150	2·240	Hanemann
Lobositzer	0·9930	12·08	0·604	—	0·156	2·150	
Cernoseker (Rothwein)	0·9943	12·44	0·593	—	0·230	2·341	
Melniker (Rothwein)	0·9940	11·71	0·513	—	0·175	2·020	
Nieder-Österreich:							
Kahlenberger	0·9951	11·80	0·723	—	0·211	2·700	Pohl
Klosterneuburger	0·9950	9·80	0·743	—	0·162	2·101	
Erlauer	0·9955	8·56	0·571	—	0·256	2·331	
Steiermark:							
Sandberger	0·9941	11·40	0·928	—	0·300	2.341	
Marburger	0·9933	10·30	0·746	—	—	2 03	
Tiroler:		(Gew Procent					
Entislar	0·9965	7·50	0·612	—	0·173	1·75	
Lutenauer	0·9953	8·3	0 461	—	0·228	1·71	
Krain:							
Drasiker	0·9941	8·9	0·564	—	0·137	1·60	
Semicer	0 9954	9 6	0·697	—	0·223	2 13	

Weinen, obgleich die rothen eigentlich violett sind und die weißen gelb, in allen Nuancen von dem schwachen grünlichen Stich der Moselweine bis zum satten Goldgelb der Weine der Traminerrebe. Ein Pigment im strengen Wortsinne findet man bei grünen Trauben weder im Traubensafte noch in der Hülle. Was bei sogenannten weißen Weinen die Färbung bedingt, ist unzweifelhaft ein Oxydationsproduct der aus den Kernen, Krappen und Schalen ausgezogenen Gerbsäure.

Auch die blaue Traube hat einen farblosen Saft, aber eine farbstoffhaltige Schale. Davon überzeugt man sich leicht, wenn man den Saft ganz frischer Trauben sorgfältig von den Kernen und Hülsen befreit und gähren lässt. Man erhält dann einen farblosen Wein, Clairet genannt, zur Erzeugung der Schaumweine sehr beliebt. Kommen aber die ganzen Trauben zur Gährung, dann wird ein roth gefärbter Wein erzielt.

Ob und inwieweit der Farbstoff des Weines von dem ursprünglichen Pigment der Traubenschale differiert, darüber haben wir noch keine genügende Kenntnis. Nach neueren Untersuchungen enthalten alle Weine mehrere, aber nach der Rebsorte verschiedene, rothe und einen gelben Farbstoff. Die Farbe, mit der sich dieser Farbstoff löst, wird um so röther, je säurereicher das Lösungsmittel ist. Durch Alkalien wird dieser Farbstoff grün, durch Säuren wieder roth. Auch die blauen Pigmente der Heidelbeeren, Brombeeren, des Holunders, der Maulbeeren u. s. w. verhalten sich ähnlich.

Der in alten Rothweinen beobachtete Absatz rührt davon her, dass die in denselben befindliche Gerbsäure sich zersetzt, und dass sich mit den unlöslichen Zersetzungsproducten derselben der Farbstoff zum Theil niederschlägt.

Geruch und Geschmack des Weines.

Der Weingeruch stammt manchmal zum Theil von der reifen Frucht (wie bei Wein aus Muscatellertrauben), meist aber sind die Riechstoffe durch Gährung entstandene Ätherarten, unter welchen der Önanthäther (Capryl- und Caprinsäureäther) vorwiegt; außerdem von dem Alkohol. Die Bouquetstoffe machen einen minimalen Bruchtheil der Weinstoffe aus.

Die Bouquetbildung erfolgt bei der niederen Kellertemperatur so langsam, dass sie selbst nach zwei Jahren noch nicht immer beendet ist.

Die Blume des Weines wird, da die Ätherverbindungen durch Alkalien zerlegt werden, beim Wässern manchen Weines mit alkalischen Quell- und Mineralwässern vernichtet.

Ebenso schädigt die Aufbewahrung des Weines in halbleeren, mit Luft gefüllten Gefäßen durch rasche Oxydation nicht bloß des Farb- und Gerbstoffes, sondern auch der Ätherarten und des Alkohols.

Nebst den Riech-, Gerb- und Farbstoffen und dem Alkohol ist die Menge von Säure für den Wohlgeschmack des Weines von hohem Belange. Der saure Geschmack wird hauptsächlich durch saures weinsaures Kali bedingt; doch hat dabei auch jedenfalls die Apfelsäure, welche namentlich in den Weinen geringerer Jahre reichlicher vertreten ist, ferner die durch Gährung und beim Lagern entstandene Bernsteinsäure, Essigsäure u. s. w. Antheil.

Nach Fresenius kann man annehmen, dass bei guten Traubensorten die Säure und der Zucker im Verhältnisse von 1 : 30 stehen; in weniger guten Jahren und bei leichten Traubensorten sinkt es oft auf 1 : 16, ja noch weiter herab. Es lässt sich

demnach annehmen, dass im gegohrenen Weine in der Regel mit dem Anwachsen des Alkohols der Säuregehalt zurücktritt. Ein Wein, der über 1 Procent Säure besitzt, ist ungenießbar; ein Wein, der unter 0·6 Procent Säure enthält, schmeckt in der Regel matt.

Die nicht flüchtigen Bestandtheile des Weines, welche zusammen den sogenannten Weinextract darstellen, sind noch lange nicht ausreichend erkannt. Man weiß bloß, dass in diesem Weinextract Önanthyn, der Weinfarbstoff, Zucker, Proteinsubstanzen, Inosit (charakteristisch für Naturweine), organische und unorganische Salze, Gummi, Säuren, vorzüglich Essigsäure, Apfelsäure, Bernsteinsäure, Weinsäure, Glycerin u. s. w., in sehr wechselnder Menge vorkommen. Die Quantität des Extractes ist verschieden je nach der Rebsorte, welche den Wein liefert, und hauptsächlich nach dem Vergährungsgrad des Zuckers. Weine, deren Zucker ganz oder nahezu gespalten wurde, zeigen einen Extractgehalt von 1·83 bis 2·48 Procent, und zwar steigert sich die Extractmenge mit dem Alkoholgehalt. Der Aschengehalt besteht aus Kali, Kalk, Magnesia, gebunden an Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor.

Der Wein ändert beim Lagern seine Zusammensetzung. Diese Veränderungen kommen anfänglich dem Geschmacke und der Blume des Weines zu statten; der Wein verbessert sich. Zucker wird durch eine langsame Nachgährung zerlegt und der Alkoholgehalt vermehrt, das Aroma nimmt zu, der Säuregehalt des Weines vermindert sich und endlich durch die Ausscheidung von Weinstein und durch Ablagerung von Hefe gewinnt der Wein an Klarheit und Reinheit des Geschmacks.

Immerhin hat aber die Veredelung der Weine durch das Alter auch eine Grenze, über welche hinaus er an Wohlgeschmack und Wert verliert.

Krankheiten des Weines.

Im Weine können während der Aufbewahrung mehrfache Veränderungen vorkommen, die dessen Güte und Haltbarkeit nachtheilig beeinflussen.

Die wichtigsten derselben sind:

1. Das Zäh- oder Langwerden, welches bei Weinen, die arm an Gerbsäure sind, eintritt; hierbei wird der Wein dickflüssig wie Öl oder schleimig durch Umwandlung des Zuckers (Nessler).

2. Das Kahmigwerden; dieses besteht in der Bildung einer aus Schimmelpilzen (Mycoderma vini) bestehenden weißen Haut an der Oberfläche des Weines und ist der Vorbote des Sauerwerdens.

Ist der Wein kahmig geworden, so muss der Kahm, welcher sich in Form tropfenartiger Flocken an der Oberfläche des Weines ansammelt, beseitigt werden. Gegen Sauerwerden schützt am besten sorgfältiger Verschluss der Fässer und Reinlichkeit bei allen Manipulationen. Das Zäh- und Langwerden kann im ersten Stadium für kurze Zeit dadurch beseitigt werden, dass man an dem Abflusshahn die Brause einer Gießkanne befestigt und den Wein mit starkem Strahle ablaufen lässt, wobei er die vielen kleinen Öffnungen passieren muss und seine Dickflüssigkeit verliert und dann eventuell Gerbsäure zusetzt (pro Hektoliter 15 *g*). Der Fassgeschmack kann dem Weine, nachdem er in ein neues Fass überfüllt worden ist, durch Schütteln mit Olivenöl, das die unangenehm riechenden Stoffe im Weine absorbiert und sich successive wieder an der Oberfläche des Weines ansammelt, beseitigt werden.

3. Das Sauerwerden ist eine Folge der beginnenden Essiggährung; diesem Gebrechen unterliegen besonders Weine von geringerem Alkoholgehalt bei Zutritt der atmosphärischen Luft in höherer Temperatur.

4. Der Fassgeruch und Fassgeschmack, sowie der Schimmelgeruch und Schimmelgeschmack; diese Gebrechen entstehen, wenn die Holzgefäße alt sind und das Holz bereits schadhaft ist, wenn die leeren Gefäße unverschlossen liegen geblieben sind, wenn Hefensatz in den Fässern belassen wurde und darin schimmelte, dann durch das Lagern in feuchten, dumpfigen Kellern, wobei sich Schimmel an die Fässer absetzt.

Klären (Schönen) des Weines.

Es ist schon früher angedeutet worden, dass die meisten Weine von selbst sich zu klären beginnen, sobald die Gährung vollendet ist. Diese Abscheidung der trübenden Substanzen aus dem Weine geschieht bei manchen Sorten leicht und vollständig, bei anderen bedarf sie aber künstlicher Nachhilfe. Wenn der Most, aus dem der Wein bereitet wird, nur so viel Zucker besitzt, dass letzterer vollständig in Alkohol vergähren kann, wenn er also arm an Extractivstoffen ist, so können sich die unlöslichen Partikelchen leicht ausscheiden, schwer dagegen bei zuckerhaltigen, extractreichen, demnach mehr dickflüssigen Weinsorten. Man schreitet deshalb in letzterem Falle zum Klären und Schönen, indem man zu dem zu klärenden Weine Eiweiß oder reine Leimlösung, am besten Hausenblase, in warmem Wasser aufgelöst, zusetzt.

Die Wirkung der Leimlösung auf die Weine ist von doppelter Art: der Gerbstoff, der im Weine enthalten ist, tritt mit dem Leim in Verbindung und schlägt sich in Form feiner, flockiger Gerinnsel, welche gleichzeitig alle im Weine schwebenden Theilchen mit sich reissen, nieder. Bei gerbstoffreichen Weinen wirkt das Schönen auch geschmackverbessernd und, da der Gerbstoff zu den leichter zersetzbaren Weinbestandtheilen gehört, so wird auch die Haltbarkeit solcher Weine durch das Schönen erhöht.

Zum Klären werden weiter verschiedene Erdarten benutzt. In England und Spanien verwendet man zum Schönen eine Erde, die mit dem Namen Yesogris bezeichnet wird. Die Resultate sollen auffallend gut sein. Diese spanische Erde unterscheidet sich von dem auch bei uns in letzter Zeit zum Schönen angewandten Kaolin dadurch, dass sie, infolge ihres Gehaltes an löslicher Thonerde, mehr davon an den Wein abgibt In Frankreich benutzt man zum Klären des Weines den gebrannten Gyps. Derselbe wird oft schon dem Most beigemischt und hat bei rothen Weinen die Eigenschaft, die Farbe derselben zu erhöhen.

Schwefeln des Weines.

Ein sehr allgemein gebräuchliches, aber auch missbrauchtes Mittel zur Hintanhaltung der Weinkrankheiten ist das sogenannte Schwefeln.

Durch das Verbrennen des auf Leinwandlappen eingeschmolzenen Schwefels in einem lose verschlossenen Fasse wird schwefelige Säure

erzeugt und von den feuchten Wandungen des Fasses absorbiert. Schwefelige Säure, ein Gift für verschiedene Organismen, verhindert das Entstehen dem Weine nachtheiliger Gährungsprocesse, und als eine den Sauerstoff bindende Substanz erschwert sie diejenigen Oxydationsvorgänge, welche einzelnen Weinbestandtheilen, insbesondere den Bouquet gebenden, nachtheilig sein könnten. Die aus der schwefeligen Säure gebildete Schwefelsäure vereinigt sich mit dem in jedem Wein enthaltenen Kalk und wird als Gyps, der in weingeisthaltigen Flüssigkeiten nur sehr wenig löslich ist, ausgeschieden. Dagegen aber werden die an den Kalk gebunden gewesenen Säuren frei und bedingen dadurch so lange einen mehr sauren Geschmack, bis sie sich mit den Alkoholen des Weines zu Äthersäuren verbunden haben.

Gallisierte, chaptalisierte, petiotisierte Weine.

Nicht in jedem Jahre werden bei dem Weinbau Trauben gewonnen, welche einen guten Wein erhoffen lassen. Da nun vielfach durch die unzweckmäßige Zusammensetzung des Mostes namentlich gerade die Production des billigen Weines sehr erschwert wurde, hat man nach Verfahren gesucht, welche auch bei etwas minderwertigem Most noch verkäuflichen und genussfähigen Wein producieren lassen. Die Fehler des Mostes bestehen meist in zu großem Säure- und zu geringem Zuckergehalt.

Es gibt nun mancherlei Verfahren, welche dem Most einen zu großen Säuregehalt benehmen, so die Zugabe von kohlensaurem Kalk, Kalkhydrat, Zuckerkalk, neutralem weinsauren Kali. In letzterem Falle scheidet sich Weinstein ab, indes ein Theil der freien Säuren des Weines (namentlich Äpfelsäure) gebunden wird.

Auch ein entsäuerter Most entspricht noch keineswegs den Bedingungen, welche zur Herstellung eines guten Weines gehören, denn er pflegt, weil er zuckerarm ist, ein alkohol- und bouquetarmes Product zu liefern.

Man hat daher versucht, nicht nur den Säuregehalt, sondern auch den Zuckergehalt zu corrigieren, und zwar gibt es im Wesentlichen drei Verfahren, welche genannt werden müssen:

Das Chaptalisieren ist dadurch charakterisiert, dass man den sauren Most durch Marmorstaub neutralisiert. Dem entsäuerten Moste setzt man so viel Zucker hinzu, dass man etwa auf eine 15- bis 20procentige Zuckerlösung kommt, welche beim Vergähren nunmehr einen feinen Bouquetwein zu geben vermag.

Beim Gallisieren wird dem Most nach Feststellung seines Säuregehalts Wasser zugesetzt, bis durch die Verdünnung der Säuregehalt eines guten Durchschnittsmostes erreicht wird. Dem verdünnten Most fügt man Zucker hinzu, bis der Zuckergehalt eines Normalmostes betreffender Traubensorte erreicht wird und lässt vergähren. Der erzielte Wein ist haltbar, alkoholreich und gleicht dem Naturwein.

Das sogenannte Petiotisieren ist eine Methode, die Ausbeute an Wein ergiebiger zu machen. Man lässt nämlich hierbei die Trester nochmals mit Zuckerwasser gähren, da man von der Thatsache ausgeht, dass der nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellte Wein nicht alles in sich aufgenommen hat, was die Traube an färbenden, aromatischen und extractiven Substanzen enthält, und dass daher in dem Pressrückstande noch hinlänglich davon enthalten ist, um einer Zuckerlösung nach ihrer Gährung den Geruch und Geschmack und die übrigen Eigenschaften des Weines zu geben.

Die Frage, ob man einen Naturmost mittelst der genannten Methoden verändern darf oder nicht, ist von großer Wichtigkeit.

Dass durch die obengenannten Methoden die Güte des Weines unter den erwähnten Verhältnissen gehoben werden kann, ist unstreitig. Schon die Art und Weise, wie Petiot zum Vorschlag der nach ihm benannten Weinerzeugung kam, beweist das. Bekanntlich überlässt man in Burgund die Trester dem Gesinde, welches daraus nach Wasserzusatz einen leichten Wein bereitet. Als einstmals diesen Trestern etwas Zucker beigesetzt wurde, erhielt man ein vortreffliches Getränk. Dieser Umstand wiederholte sich in den darauf folgenden Jahren, ja es trat sogar die Sonderbarkeit ein, dass in schlechten Jahren der Gesindewein entschieden besser war, als der Wein der Herrschaft. Es ist zu bemerken, dass die meisten Moselweine, die wir als Naturwein trinken, gallisiert sind.

Die „Weinverbesserung" wird heutzutage nicht gerade in wünschenswerter Weise geübt.

Die Operationen werden oft in den heimlichsten Winkeln mit dem schlechtesten Materiale, ohne jedes chemische Wissen und ohne jede nothwendige Berechnung ausgeführt und die Producte dennoch unter oft hochklingenden Namen als reine Naturweine verkauft. Das ist entschieden ein unhaltbarer Zustand.

Wer Kunstweine herstellen will, soll es offen und ehrlich sagen und sie für nichts Anderes ausgeben, als was sie sind; er soll sich die nöthigen chemischen Kenntnisse aneignen und zur Darstellung die reinsten Materialien in der richtigen Quantität benutzen. Vielleicht kommt es dann, dass sich der Geschmack der Consumenten ebenso an diese Erzeugnisse gewöhnt, wie z. B. an den Champagner, der ja immer ein Kunstproduct ist.

Man könnte demnach verlangen: 1. dass der Name „Wein" nur einem Getränke gegeben werden darf, welches ohne jeden Zusatz aus Traubensaft durch alkoholische Gährung bereitet worden ist, und dass er nicht gebraucht werden darf, wenn dem Traubensafte oder durch alkoholische Gährung aus demselben bereiteten Weinen irgend ein fremdartiger Zusatz gegeben worden ist; 2. dass jedoch die Darstellung von Wein durch Zusätze von Bestandtheilen, welche im Traubensafte enthalten sind, oder durch theilweise Entziehung solcher Bestandtheile erlaubt ist, wenn beim Verkaufe ein unterscheidender Name gebraucht wird.

Zucker, Wasser und Säure machen allein den Most nicht aus. Alle seine anderen Bestandtheile werden aber weder beim Gallisieren noch beim Petiotisieren berücksichtigt. Namentlich werden auch die Extractivstoffe des Mostes, die gewiss von großer Wichtigkeit sind, durch den bedeutenden Wasserzusatz außerordentlich verdünnt und durch die schlechten, unvergährbaren Stoffe des Traubenzuckers oder anderer Zuckersorten ersetzt. Häufig wird sowohl zum Gallisieren als zum Petiotisieren Kartoffel-Stärkezucker angewandt. Er enthält eine große Reihe von Unreinigkeiten (Zwischengliedern zwischen Stärke und Zucker), die zum Theil (bis 40 Procent) unvergährbar sind.

Nach Versuchen von Schmidt und Neubauer fanden sich in der vergohrenen unfiltrierten Lösung des gemeinen Stärkezuckers syrupartige Bestandtheile von wahrhaft ekelerregendem Geschmack. Außerdem muss auch hier, wie schon beim Bier erwähnt wurde, auf einen möglichen Arsengehalt dieser Producte hingewiesen werden.

Es ist dieses ein Nachtheil, der den Stärkezucker, so lange er nicht seitens der Fabrikanten reiner geliefert wird, bei der Anwendung zur Weinbereitung als mehr oder weniger bedenklich erscheinen lässt, und wird diese Ansicht umsomehr bestätigt, als neuerdings Schmitz durch Versuche, die er mit gallisierten Weinen an Menschen und an Hunden vornahm, zu dem Resultat gekommen ist, dass diese gallisierten Weine wegen ihres Gehalts an unvergährbaren Bestandtheilen des Kartoffelzuckers ähnlich dem Fuselöl des Kartoffelbrantweins stark betäubend wirken.

Der Rohrzucker verhält sich in dieser Beziehung wesentlich anders als der käufliche Traubenzucker und unterscheidet sich bei seinem verhältnismäßig hohen Grad von Reinheit in Betreff seiner Vergährungsfähigkeit kaum von dem in dem Traubenmost enthaltenen Zucker. Sachgemäß hergestellte aufgebesserte Weine lassen sich von reinem Naturwein schwer unterscheiden.

Wird hingegen ein Product als Kunstwein abgegeben, das ganz andersartige Mischungsverhältnisse zeigt, wie ein Wein der angegebenen Qualität sie etwa zu zeigen pflegt, so würde gegen ein solches Fabrikat mit Recht das Strafgesetz einzuschreiten haben.

Es muss daher ein Unterschied zwischen Wein und Kunstwein gemacht werden; der Consument soll wissen, was er genießt und in der Lage sein, sich nach Wunsch einen Naturwein zu beschaffen.

Aromatisieren, Conservieren und Färben der Weine.

In hygienischer Beziehung interessieren uns mehrfache Manipulationen, welche die Weinhändler in verschiedener Absicht, meist aber, um das Publicum über die wahre Natur des Weines zu täuschen, mit geringeren Sorten natürlicher Weine vornehmen. Diese Fabrication sogenannter „imitierter“ Weine ist ziemlich ausgebreitet. So werden aus gewöhnlichen französichen Weinen die verschiedenartigsten, theuersten spanischen Weine nachgeahmt. Zu Madeira und Marsala nimmt man Picardan, zu Malaga und Lisbonne süßen Clairet, verdünnt sie mit Wasser setzt Weingeist und kleine Mengen färbender und aromatischer Substanzen zu, z. B. für Madeira, Xeres geröstete bittere Mandeln, für Porto eine Tinctur aus grünen Walnusschalen, für Malaga eine spirituöse Lösung von Schiffspech.

Der zur Conservierung dienende Schwefel wird mit Gewürznelkenpulver, Ingwer, Zimmt, Thymian, Veilchen oder Lavendel u. dgl. vermengt, wobei die beim Verdampfen sich verflüchtigenden ätherischen Öle dieser Zusätze an den inneren Fasswandungen sich niederschlagen und den einzufüllenden Wein aromatisieren.

Weiter sei hervorgehoben, dass man häufig, wenn der Wein auf Flaschen gezogen wird, Flasche für Flasche mit einem in das Innere derselben versenkten brennenden Schwefelfaden zu schwefeln pflegt. Die Anwendung dieses Mittels erzeugt die falsche Flaschenreife viel früher als die wirkliche, welche erst nach vollständig durchgeführter, regelrechter Gährung eintritt. Der Genuss eines solchen Getränkes

abgesehen vom Verluste des Aromas und feinen Geschmackes erzeugt hartnäckige Kopfschmerzen.

Man denkt sich die schwefelige Säure viel zu wenig stabil und glaubt, dass dieselbe durch Aufnahme von Sauerstoff rasch in die ungefährlichere Schwefelsäure verwandelt würde. Geschwefelte, auf Flaschen gezogene Weißweine zeigten aber oft nach einem Decennium immer noch bedenkliche Mengen von freier schwefeliger Säure. In Fässern aufbewahrt, verliert der geschwefelte Wein früher seinen Gehalt an schwefeliger Säure.

Auch setzt man behufs Conservierung des Weines hie und da Salicylsäure zu und mitunter Glycerin. Beide Zusätze sind unzulässig.

Nicht selten werden missfarbig gewordene Rothweine mit verschiedenen Farbpigmenten versetzt oder Weißweine roth gefärbt. Man benutzt hierzu theils Pflanzenfarben, namentlich häufig Heidelbeeren, theils Theerfarben, auch Karmin und gebrannten Zucker.

Manche dieser Manipulationen müssen geradezu als gesundheitsgefährlich bezeichnet werden, so das Färben der Weine, da z. B. Fuchsin einen Gehalt an Arsen oder andere giftige Beimischungen besitzt. Selbst arsenfreies Fuchsin enthält häufig andere toxische Stoffe.

Untersuchung des Weines.

Wie wir schon bei dem Biere angegeben, nimmt die Untersuchung mit den Sinnen — Geruch, Geschmack, Farbe — noch eine wichtige Stellung ein, und das geübte Geschmacksorgan eines Weinkenners liefert oft weit bessere Resultate als mancher complicierte Gang der Analyse.

Wir können uns bei Betrachtung der Methoden der Untersuchung zum Theil auf oben Gesagtes beziehen.

Das specifische Gewicht bestimmt man mittelst der Westphal'schen Wage, über die Titrierung der Säure, sowie die Bestimmung der Essigsäure, des Glycerins s. bei Bier.

Bestimmung des Alkohols und Extractes.

In ähnlicher Weise wie beim Biere bestimmt man den Alkoholgehalt, indem man eine abgemessene Menge von Wein, dessen specifisches Gewicht bekannt ist, kocht und den Alkohol verjagt. Nun nimmt man nochmals das specifische Gewicht (bei 15°) des von Alkohol befreiten und auf sein ursprüngliches Volum gebrachten Weines. Zählt man dem specifischen Gewicht des Weines 1 hinzu und zieht das specifische Gewicht des alkoholfreien Weines ab, so erhält man das specifische Gewicht des in dem Weine vorhandenen Alkohols. Kennt man dieses, so ergibt nachfolgende Tabelle (S. 654 und 655) den Gehalt an absolutem Alkohol nach Gewichts- oder Volumprocenten.

Um aus dem specifischen Gewicht der vom Alkohol befreiten wässerigen Lösung die Extractmenge zu finden, benutzt man Hager's Tabelle.

Am genauesten ist die Extractbestimmung, wenn das Trocknen unter dem Recipienten einer Luftpumpe vorgenommen wird.

Will man den Alkoholgehalt sehr genau bestimmen, so verfährt man nach Pasteur folgendermaßen: Man destilliert 200 cm^3 Wein, fängt 100 cm^3 in der Vorlage auf, versetzt dieselben mit 50 cm^3 Kalkwasser und 50 cm^3 Wasser und destilliert abermals 100 cm^3 ab. (Dadurch werden die im Wein vorhandenen flüchtigen Säuren, welche sonst ins Destillat gelangen würden, an Kalk gebunden.) In dem zweiten Destillat bestimmt man den Alkohol bei 15° C. mit Hilfe eines empfindlichen Alkoholometers. Die Hälfte der gefundenen Zahl entspricht dem Alkoholgehalt des Weines.

Hager's Tabelle über den Gehalt wässeriger Weinextractlösungen.

Temperatur 15° C.

Procent Extractgehalt	Specifisches Gewicht	Procent Extractgehalt	Specifisches Gewicht
0·50	1·0022	7·50	1·0343
0·75	1·0034	7·75	1·0355
1 00	1·0046	8 00	1·0367
1·25	1·0057	8·25	1·0378
1·50	1·0068	8·50	1·0390
1·75	1·0079	8·75	1·0402
2·00	1·0091	9·00	1·0414
2·25	1·0102	9·25	1·0426
2·50	1·0114	9·50	1·0437
2·75	1·0125	9·75	1·0449
3·00	1·0137	10·00	1·0461
3·25	1·0140	10·25	1 0473
3·50	1·0160	10·50	1·0485
3·75	1·0171	10·75	1·0496
4·00	1·0184	11·00	1·0508
4·25	1·0195	11·25	1·0520
4·50	1·0205	11·50	1·0532
4·75	1·0216	11·75	1·0544
5·00	1 0228	12·00	1·0555
5·25	1·0240	12·25	1·0567
5·50	1·0251	12·50	1·0579
5·75	1·0263	12·75	1·0591
6·00	1·0274	13·00	1·0603
6·25	1·0286	13·25	1·0614
6·50	1·0298	13·50	1·0626
6·75	1·0309	13·75	1·0658
7·00	1·0321	14·00	1·0651
7·25	1·0332	14·25	1·0663

Specifisches Gewicht, Volumprocente und Gewichtsprocente an Alkohol.

Volumproc. nach Tralles	Gewichtsprocente	Specifisches Gewicht	Volumproc. nach Tralles	Gewichtsprocente	Specifisches Gewicht	Volumproc. nach Tralles	Gewichtsprocente	Specifisches Gewicht
0	0	1·0000	17	13·80	0·9790	34	28·13	0·9605
1	0·80	0·9985	18	14·63	80	35	28·99	592
2	1·60	70	19	15·46	70	36	29·86	79
3	2 40	56	20	16 28	60	37	30·74	65
4	3·20	42	21	17·11	50	38	31·62	50
5	4·00	28	22	17·95	40	39	32·50	35
6	4·81	15	23	18·78	29	40	33·39	19
7	5·62	02	24	19·62	19	41	34·28	03
8	6·43	890	25	20·46	09	42	35·18	487
9	7·24	78	26	21·30	698	43	36·08	70
10	8·05	66	27	22·14	88	44	36·99	52
11	8·87	54	28	22·99	77	45	37·60	35
12	9·69	44	29	23·84	66	46	38·82	17
13	10·51	32	30	24·69	55	47	39·74	399
14	11·33	21	31	25·55	43	48	40·96	81
15	12·15	11	32	26·41	31	49	41·59	62
16	12·98	00	33	27·27	18	50	42·52	43

Volumproc. nach Tralles	Gewichts-procente	Specifisches Gewicht	Volumproc. nach Tralles	Gewichts-procente	Specifisches Gewicht	Volumproc. nach Tralles	Gewichts-procente	Specifisches Gewicht
51	43·47	0·9323	68	60·38	0·8949	85	79·50	0·8496
52	44·42	03	69	61·42	20	86	80 71	66
53	45·36	283	70	62·50	05	87	81·94	36
54	46·32	62	71	63·58	875	88	83·19	05
55	47·29	42	72	64·66	50	89	84·46	373
56	48·26	21	73	65·74	24	90	85·75	40
57	49·23	00	74	66·83	799	91	87·09	06
58	50·21	178	75	67·93	73	92	88·37	272
59	51·20	56	76	69·05	47	93	89·71	37
60	52·20	34	77	70·18	20	94	91·07	10
61	53·20	12	78	71·31	693	95	92·46	164
62	54·21	090	79	72·45	64	96	93.89	25
63	55·21	67	80	73·59	39	97	95·34	084
64	56·22	44	81	74·74	11	98	96·84	41
65	57·24	21	82	75 91	583	99	98·39	7996
66	58·27	0·8997	83	77·09	55	100	100·00	0·7946
67	59·32	73	84	78·29	26			

Verfälschungen des Weines durch Wasserzusatz allein, oder Zusatz von Alkohol zu mit Wasser verdünntem Wein (Verfälschungen, die häufig sind) lassen sich auf diese Weise mit großer Sicherheit nachweisen, besonders wenn man auch noch den Säuregehalt bestimmt hat und genau die Relation kennt, welche jene Weinsorte, für welche der zur Untersuchung gelangte Wein ausgegeben wird, an Extract, Alkohol und Säure im Durchschnitt aufweist.

Zuckernachweis.

Die Bestimmung des noch unzersetzten Zuckers eines Weines lässt sich, vorausgesetzt, dass der Wein ein echter ist, leicht mittelst der Fehling'schen Methode vornehmen: 10 *cm*³ der Kupfersulfatlösung entsprechen 50 *mg* Traubenzucker oder 51·5 *mg* Invertzucker.

Bei der Ausführung des Verfahrens bringt man 10 *cm*³ der Kupferlösung in ein Kölbchen, das man erhitzt. Man lässt aus einer Burette den mittelst Bleizucker oder Spodium farblos gemachten Wein so lange zufließen, bis die blaue Farbe der Flüssigkeit gerade verschwindet. Dann wird die Anzahl der verbrauchten Kubikcentimeter Wein abgelesen und daraus der Zuckergehalt berechnet.

Die Prüfung auf Rohrzucker wird in der Weise vorgenommen, dass man den mit Spodium entfärbten Wein in die Röhre eines Polarisationsapparats bringt und die Drehung des polarisierten Lichtes bei 15° C. ermittelt.

Hiernach werden 50 *cm*³ des entfärbten Weines mit 5 *cm*³ Salzsäure versetzt, in einem Kölbchen auf dem Wasserbad 20 Minuten lang auf 70° C. erhitzt, wobei der Rohrzucker in Invertzucker übergeht, dann auf 15° C. abgekühlt, abermals die Drehung ermittelt oder nach der Neutralisierung nach Fehling titriert. Ergibt sich im Vergleich zur ersten Ablesung eine stärkere Linksdrehung, so ist erwiesen, dass der Wein Rohrzucker enthält.

Der Zusatz von Kartoffelzucker wird nach Neubauer am besten durch Prüfung des optischen Verhaltens des Weines im Polarisationsapparat erkannt.

Der Zucker der Trauben besteht nämlich aus einer Mischung von Dextrose (rechts drehendem Zucker) und Lävulose (links drehendem Zucker), die ungefähr zu gleichen Theilen darin vertreten sind. Da die Lävulose ein viel stärkeres Drehungsvermögen nach links besitzt, als die Dextrose nach rechts, so resultiert für sämmtlichen Most eine Linksdrehung von 5 bis 8°, bei den vergohrenen Weinen in den meisten Fällen 0°, bei feinen Ausleseweinen bleibt eine Linksdrehung bestehen; bei anderen kann eine Rechtsdrehung von 0·1 bis 0·2° bestehen, die von der Weinsäure oder anderen noch unbekannten Körpern herrührt. Concentriert man solche Weine auf das Sechs- bis Acht-

fache und untersucht die nach dem Herauskrystallisieren des Weinsteins etc. entfärbte Lösung in einer 220 Millimeter langen Polarisationsröhre, so zeigt sich bei allen reinen Weinen eine schwache, zwischen 0·4 und 2° schwankende Rechtsdrehung.

Wurde aber der Wein mittelst Kartoffelzucker gallisiert, so wird sich dieses durch eine stärkere Rechtsdrehung des Weines erkennen lassen. Der käufliche Kartoffelzucker enthält nämlich ein mit dem Namen „Amylin" bezeichnetes Gemisch verschiedener Stoffe, welche unvergährbar sind, die Polarisationsebene nach rechts drehen, in Alkohol größtentheils löslich und aus dieser Lösung durch eine genügende Menge Äther fällbar sind.

Zur Bestimmung unvergährbarer Bestandtheile werden 50 cm^3 Wein auf 20 cm^3 eingedampft, etwa auf das ursprüngliche Volumen gebracht und 5 Gramm Presshefe zugegeben und lose bedeckt 36 bis 48 Stunden bei 30° stehen gelassen. Man untersucht alsdann mit dem Polarisationsapparat, ob die Drehung der Polarisationsebene bestehen blieb.

Untersuchung auf Obstwein.

In obstreichen Jahren wird der Traubenmost häufig mit Apfel oder Birnenmost vermischt. Nur wenn eine solche Beimischung in großer Menge stattfand, lässt sich dieselbe analytisch im Weine nachweisen, während Weinkenner schon geringe Zusätze wahrzunehmen pflegen. Obstwein hat nämlich mehr Extract (3·3 bis 3·6 Procent) und Asche (0·36 Procent) als Traubenwein, dagegen weniger Alkohol (höchstens 5·5 Procent). Die Phosphorsäure ist im Weine an Kalk, im Obstweine an Magnesia gebunden, und wenn man daher Obstwein mit 0·1 Volumen Ammoniak versetzt und das Gemisch 24 Stunden stehen lässt, so findet man an den Wänden des Gefäßes kleine Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia abgesetzt.

Zur Unterscheidung von Obstwein und Traubenwein dient weiter die Thatsache, dass fast alles Kali im Traubenweine als Weinstein enthalten ist. Bestimmt man daher einerseits die präformierte Weinsteinmenge und führt andererseits alles überhaupt vorhandene Kali in Weinstein über und bestimmt nun dessen Quantität, so darf bei reinem Traubenweine keine erhebliche Differenz zwischen beiden auftreten. Die Prüfung wird nachfolgend vorgenommen: 100 Gramm filtrierten Weines verdunstet man zum Extract, behandelt dasselbe nach dem Erkalten mit einer kalt gesättigten Lösung von Weinstein, sammelt den rückständigen Weinstein auf einem tarierten Filter, trocknet bei 100° und wiegt, oder man operiert wie vorhergehend, nur mit dem Unterschiede, dass man dem Weine vorher 1 *g* doppeltweinsaures Natron zusetzt Das erste Gewicht gibt den präexistierenden Weinstein, das zweite sämmtliches im Weine enthaltene Kali.

Untersuchung auf Weinsäure und weinsaure Salze.

Freie Weinsäure ist in Naturweinen so gut wie gar nicht, dagegen häufig im Kunstwein enthalten Man weist sie nach, indem man den Extract von circa 200 Gramm wiederholt mit Alkohol auswäscht, der die Weinsäure löst, aber nicht den Weinstein des normalen Weines.

Die quantitative Bestimmung der freien Weinsäure wird in folgender Weise ausgeführt:

Von dem Weine, dessen Säuregehalt durch Titrieren mit Kalilauge ermittelt wurde, werden 10 cm^3 mit der zur Neutralisation nöthigen Menge derselben Kalilauge versetzt, mit 40 cm^3 desselben Weines vermischt, von dieser Mischung 10 cm^3 genommen, mit 50 cm^3 Alkoholäther versetzt, und im Übrigen so wie bei der Weinsteinbestimmung verfahren. Da die angewandten 50 cm^3 Wein um eine bestimmte Menge Kalilauge vermehrt wurden, so hat man zu berechnen, wieviel ursprünglichem Weine die von dieser Mischung genommenen 10 cm^3 entsprechen, und die gefundene, auf dieses Weinvolum bezogene Weinsteinmenge, die noch durch Hinzuzählung von 0·002 zu corrigieren ist, in Procente von Wein umzurechnen. Ist die so gefundene Weinsteinmenge größer, als die direct ermittelte, so entspricht die Differenz dem aus der freien Weinsäure gebildeten Weinstein. Wird diese Differenz mit 0·7945 multipliciert, so erhält man die freie Weinsäure.

Zur Bestimmung des Weinsteins werden 10 cm^3 Wein in einem Kolben mit 50 cm^3 einer Mischung von gleichem Volumen Alkohol und Äther versetzt und 24 Stunden stehen gelassen. Der Weinstein findet sich dann theils als Niederschlag, theils als Kruste an den Wänden, während die freien Säuren, das Wasser und die übrigen Bestandtheile des Weines in der darüber stehenden Flüssigkeit enthalten sind. Außerdem sind darin aber noch ungefähr 2 *mg* Weinstein gelöst geblieben, die man in Rechnung ziehen muss. Man filtriert nun die Lösung auf ein kleines Filter und wäscht das Kölbchen und das Filter mit 15 cm^3 Ätheralkohol, bringt dann das Filter in das Kölbchen hinein, trocknet beide in der Wärme, löst dann den in dem Kolben festhaftenden Weinstein in kochend heißem Wasser, färbt die Lösung mit Lackmustinctur oder mit Phenolphtalain roth und titriert mit derselben Kalilauge, welche zur Säurebestimmung verwendet wurde.

1 cm^3 entspricht 0·02508 *g* Weinstein, das Product muss man um 0·02 vermehren.

Nachweis der schwefeligen Säure.

Am sichersten und schnellsten überzeugt man sich von der Gegenwart und ungefähren Menge der schwefeligen Säure im Weine auf folgende Weise: Etwa 50 cm^3 des zu untersuchenden Weines werden in einem Destillierkölbchen, dessen seitlich angeschmolzenes Abflussröhrchen in ein mit feuchtem Filtrierpapier gekühltes Probierrohr hineinragt, so lange vorsichtig im gelinden Sieden erhalten, bis etwa 2 cm^3 destilliert übergegangen sind. Man setzt hierauf zum Destillat einige Tropfen neutraler salpetersaurer Silberlösung hinzu. Das Destillat reduciert ferner mit Leichtigkeit salpetersaures Quecksilberoxydul und entfärbt Jodstärke und verdünnte Chamäleonlösung. (Zur quantitativen Bestimmung der schwefligen Säure verfährt man am besten so, dass man dieselbe aus einem bekannten bestimmten Quantum Wein in eine titrierte Jodlösung hineindestilliert und den Rest jodometrisch bestimmt.) (Wartha.)

Die Gerbsäure.

Die genauere Bestimmung der Gerbsäure unterliegt gewissen Schwierigkeiten, sei es nun, dass man das Löwenthal'sche oder das Hammer'sche Verfahren anwenden will. Ersteres beruht auf der Oxydation der Gerbsäure durch übermangansaures Kali (nach Entfernung des Alkohols) unter Zusatz von Indigolösung, letzteres auf der Veränderung des specifischen Gewichts einer gerbsäurehaltigen Lösung, wenn aus dieser der Gerbstoff durch gepulverte, zum Gerben vorbereitete Häute ausgefällt ist. Die letztere Methode gestaltet sich also ähnlich wie die indirecte Alkoholbestimmung.

Meist dürfte es sich nur um eine annähernde Bestimmung des Gerbstoffes für hygienische Zwecke handeln; dazu kann man sich eines Glasrohrs bedienen, das in Zehntel-Kubikcentimeter getheilt ist. Der Wein wird durch Zusatz von Alkali auf einen Gehalt von 3·3 cm^3 Normalalkali gebracht, dann 10 cm^3 etwa mit 1 cm^3 einer 40procentigen Natriumacetatlösung und 4 Tropfen Eisenchlorid gemengt, geschüttelt und 24 Stunden stehen gelassen. Dann liest man das Volumen des ausgefällten gerbsauren Eisens ab und beurtheilt den Gerbstoffgehalt nach folgender Tabelle:

cm^3 Niederschlag	Gerbstoffprocent	cm^3 Niederschlag	Gerbstoffprocent
0·1	0·003	2·0	0·066
0·3	0·010	4·0	0·130
0·5	0·017	6·0	0·210
0·7	0·023	8 0	0·174
0·9	0·030	9·0	0·331

Nachweis fremder Farbstoffe.

Zum Nachweise derjenigen fremden Farbstoffe, welche dem Weine zugesetzt werden, fehlt es an vollkommen zuverlässigen Methoden. Der rothe Farbstoff des Weines macht je nach Alter und Weinbestandtheilen Änderungen durch, weshalb die Reactionen die er zeigt, etwas schwankend sind.

Die Farbe der rothen Weine wird am häufigsten nachgemacht mittelst Fernambukholz, Campecheholz, Malvenblüte, rothen Rüben, Holunderbeeren, Heidelbeeren,

Portugalbeeren (Phytolacca), Orseille, Cochenille, Karmin, Indigo, Fuchsin und anderen Anilinfarben.

Weißer Wein wird zuweilen mit Karamel (gebranntem Zucker) versetzt; man schüttelt eine Probe im Reagensglas mit einigen Tropfen Eiweiß; die gelbe Zuckerfarbe bleibt dann unverändert, während der natürliche Farbstoff des Weines gefällt wird.

Wertvolle Anhaltspunkte für die Beurtheilung einer Weinprobe auf die Echtheit seines Farbstoffes kann die spectroskopische Untersuchung liefern. Im Spectralapparat geben sowohl die Weinfarbstoffe als das Fuchsin charakteristische Absorptionsstreifen. Das Fuchsin zeigt Absorptionsstreifen zwischen *D* und *E*, näher bei *E*, zwischen gelb und grün oder, die Natronlinie auf 120 gestellt, zwischen 130 und 138.

Für die Unterscheidung des Weinfarbstoffes von anderen Pflanzenfarbstoffen ist die Thatsache wichtig, dass der rothe Weinfarbstoff weniger leicht angegriffen wird als andere Pflanzenstoffe.

50 cm^3 Wein werden mit 6 cm^3 Salpetersäure von 1·40 specifischem Gewicht versetzt und auf 90 bis 95° C. erwärmt. Der natürliche Rothweinfarbstoff bleibt, wenn der Wein noch jung ist, nach dem Erwärmen eine Stunde lang unverändert, während die künstlich gefärbten Weine innerhalb 5 Minuten ihre Farbe verlieren. Bei älteren Rothweinen tritt Entfärbung ein.

Einen weiteren Anhaltspunkt über die Echtheit des Farbstoffes gibt der Niederschlag, der entsteht, wenn man den Rothwein mit Bleiessig in einigem Überschuss versetzt. Bei natürlichem Rothwein ist der Niederschlag, wenn derselbe noch jung ist, graublau, mitunter fast rein blau; bei älteren Weinen blaugrau, während in den mit anderen Pflanzenfarbstoffen gefärbten Weinen grüne, röthliche oder violette Niederschläge entstehen. Nur der in dem mit Heidelbeeren gefärbten Weine durch Bleiessig entstandene Niederschlag ist dem im echten Rothweine erzeugten sehr ähnlich. In alten echten Rothweinen jedoch, deren Farbstoff bereits verändert ist, entstehen durch Bleiessig mitunter grünlichgraue Niederschläge.

Erdmann hat gezeigt, dass der Rothweinfarbstoff, aber leider nur der junger Weine, durch Salzsäure in zwei Farbstoffe gespalten wird, von welchen der eine, violette, sich durch Amylalkohol ausziehen lässt, während der andere, gelbrothe oder kirschrothe, in Amylalkohol unlöslich ist. Der erste wird durch Ammoniak grau, der zweite indigoblau gefärbt.

Die Weinfarbstoffe geben verschiedene Spectra, je nach der Concentration, dem Lösungsmittel und dem Alter.

Weitaus die häufigste Fälschung von Weinfarbstoff beruht in dem Zusatze von Heidelbeersaft. Der natürliche Farbstoff und Heidelbeerfarbstoff wird von Manchen sogar für identisch gehalten (André). Die beste Methode zur Unterscheidung beider basiert auf dem Verhalten zu Brechweinstein (Ambühl, Herz). Man mischt 10 bis 15 cm^3 des zu untersuchenden Weines mit 5 cm^3 einer kaltgesättigten Brechweinsteinlösung und erwärmt. Um Farbenunterschiede recht gut wahrzunehmen, behandelt man eine andere Weinprobe nur mit Wasser. Normalen Farbstoff haltende Weine werden kirsch- oder karminroth, andere Pflanzenfarbstoffe, wie jene der Heidelbeeren, Malven, Sambucus, Preiselbeeren, sofort violett. Mischungen von Rothwein mit einem Fünftel Heidelbeerwein lassen sich noch erkennen, während geringere Zusätze von Heidelbeerwein zu Rothwein schwieriger nachzuweisen sind (Nackahama).

Unter allen fremden Farbstoffen ist das Fuchsin chemisch mit größter Sicherheit nachweisbar. Fuchsinhaltiger Wein, mit Schafwolle gekocht, färbt dieselbe violett.

Genauer ist das Verfahren von Roméi. Man gibt auf 5 Volumen Rothwein 1 Volumen Bleiessig und lässt den gebildeten graublauen Niederschlag während mehrerer Stunden absitzen; sollte die überstehende Flüssigkeit nicht farblos, sondern noch rosa erscheinen, so gibt man noch etwas Bleiessig hinzu und sieht, ob dadurch nicht nochmals ein Niederschlag erzeugt wird, was ein weiteres Absitzenlassen erfordern würde, und filtriert dann vom Niederschlage ab. Das mehr oder weniger rosenrothe Filtrat schüttelt man mit ein wenig reinem Amylalkohol (Fuselöl) gehörig durch und lässt es kurze Zeit stehen. Der Amylalkohol schwimmt bald oben auf, hat der Flüssigkeit wegen der Löslichkeit des Fuchsins in demselben das Fuchsin vollständig entzogen und zeigt eine prachtvolle rothe Farbe, mit der man auch wieder Wolle färben oder ihn als Belegstück aufbehalten kann. Es muss hier bemerkt werden, dass ein mit Orseille oder Persio (Flechtenfarbstoffe) gefärbter Weißwein bei dem eben beschriebenen Verfahren ebenfalls den Amylalkohol deutlich roth färbt. Man muss diese Thatsache beachten, weil es sonst leicht vorkommen kann, dass ein mit Orseille gefärbter Wein als ein fuchsinhaltiger bezeichnet wird. Man kann durch eine Reaction die beiden Farbstoffe voneinander unterscheiden. Wird nämlich die in einem Reagenscylinder befindliche, rothgefärbte Amylalkoholschicht in einen anderen Reagenscylinder gegossen und mit Salz-

säure versetzt, so tritt, wenn die rothe Farbe durch Fuchsin bedingt war, Entfärbung ein, während Orseille und Persio nicht entfärbt werden. Wird eine zweite Probe des rothgefärbten Amylalkohols mit Ammoniak versetzt, so wird das Fuchsin ebenfalls entfärbt (oder gelblich gefärbt), während die durch Orseille und Persio bedingte rothe Farbe des Amylalkohols sich in Purpurviolett verwandelt.

Hat sich in einem Rothweine ein Niederschlag gebildet, so ist nicht nur der Wein, sondern auch der Niederschlag auf Fuchsin zu prüfen, da die Erfahrung vorliegt, dass das Fuchsin nicht selten durch die im Weine sich bildenden Niederschläge der Flüssigkeit entzogen und zu Boden gerissen wird.

Carpené hat folgendes, sehr einfaches und überall ausführbares Verfahren angegeben, um zu entscheiden, ob ein Rothwein natürlich oder künstlich gefärbt sei. Man nimmt ein Stück weißen, fetten, gebrannten Kalk, zerschlägt ihn in zwei Theile, um eine reine Fläche zu erhalten; wäre sie allzu unregelmäßig, so ebnet man sie mittelst eines Messers oder einer Feile. Man lässt nun auf dieselbe Stelle successive einige Tropfen des zu untersuchenden Weines fallen und beobachtet nach ungefähr zwei Minuten die Farbe des dadurch verursachten Fleckens.

Derselbe ist bei

natürlichen Rothweinen schwärzlichgelbbraun,
bei Weinen, gefärbt mit Fuchsin, rosenroth,
bei Weinen, gefärbt mit Brasilienholz, rosenroth,
" " " " Blauholz, dunkelviolett,
" " " " Cochenille rötlichviolett,
" " " " Malvenblüthen, schwärzlichgelbbraun, mit Stich ins Violette,
" " " " Kermesbeeren (Phytolacca), gelb, etwas röthlich.

Brantwein.

Brantwein wird aus den mannigfachsten Stoffen durch Hefegährung dargestellt aus Weintrauben, Zuckerrüben, Melasse, Kirschen, Pflaumen, Birnen, Heidelbeeren etc. Manchmal wird bei stärkemehlhaltigen Nahrungsmitteln die Stärke, welche ja durch die Hefe nicht direct vergährbar ist, erst durch Fermente (die Diastase) in gährungsfähigen Zucker überführt, so z. B. wenn aus Getreide, Kartoffeln, Reis, Brantwein erzeugt werden soll.

Der Alkohol kommt als Genussmittel theils als Trinkbrantwein, theils unter den Namen der verschiedenartigsten Liqueure auf den Markt; diese Präparate sind alle nur verschiedene Verdünnungsgrade des Alkohols. Manche Brantweine enthalten 30 bis 40 Procent, Cognac bis 55 Procent, Rum 77 Procent Alkohol. Wir haben bereits früher eine kurze Übersicht über diese Getränke gegeben.

Der Alkohol ist durchaus nicht nur Äthylalkohol. Der Rohspiritus enthält nur etwa 80 bis 86 Procent davon und daneben Propylalkohol, Butylalkohol, Amylalkohol, secundären Amylalkohol und Producte mit einem Siedepunkt über 132° (Rabuteau). Das Gemenge der hochatomigen Alkohole bezeichnet man mit dem Sammelnamen Fuselöl. Neben den genannten Verbindungen tritt noch Paraldehyd und Furfurol auf. Durch die Rectification wird ein Theil des Fuselöls entfernt, ein Theil aber geht mit dem Äthylalkohol als eine Verunreinigung desselben über.

Die hochatomigen Alkohole des Fuselöles sind nun weit schädlicher als der Äthylalkohol selbst; 0·015 Amylalkohol erzeugt Stirnschmerz, 0·05 Angstgefühl und Übelkeit. Rabuteau schätzt ihre Wirkung auf das 15fache des Äthylalkohols.

Die einzelnen gegohrenen Getränke unterscheiden sich hinsichtlich ihres Gehalts an Amylalkohol außerordentlich.

Die Naturweine, die Alkohole aus Trestern, Apfel-, Birnensaft enthalten neben etwas Propyl- oder Butylalkohol nur Spuren von Amylalkohol. Korn- und Kartoffelspiritus dagegen sind gewöhnlich reich an Fuselöl.

Die Liqueure sind starke Brantweine, denen man durch Extraction aromatischer bitterer Pflanzentheile oder durch Zusatz ätherischer Öle, Pflanzenextracte, Zucker, Glycerin u. s. w. einen gewünschten Geschmack verleiht. Die zur Liqueurfabrication am häufigsten angewendeten Öle sind: Anis-, Kümmel-, Pfeffermünz-, Nelken-, Wachholderöl. Als Bitterstoffe werden benutzt: Wermut, Ingwer, Zimmt, Kalmus, Vanille, Pomeranzenschale, Enzian u. s. w. Zum Färben benutzt man: Sandelholz, Curcuma, Crocus, Cochenille, Karamel, Rothholz und verschiedene Anilin- und Naphthalinfarbstoffe. Echter Cognac wird aus Wein, echter Rum aus den Nebenproducten der Rohrzuckerfabrication, Arak aus Reis, Slivovitz aus Zwetschken, Kirschbrantwein aus Kirschen u. s. w. dargestellt. Was als Rum und Cognac verkauft wird, sind meist Mischungen von Alkohol, Wasser und verschiedenen Ätherarten. Mitunter werden auch Tincturen aus Birkenholzöl Vanille, Perubalsam, Veilchenwurzel, Zimmt u. s. w. zugesetzt.

Das nach Bittermandelöl riechende Kirschwasser wird nicht selten durch Mischung bereitet, und es wird mitunter bei der Fabrication dieser Stoffe das nach Bittermandelöl riechende giftigd Nitrobenzol oder blausäurehaltiges (rohes Bittermandelöl zugefügt. Die Verwendung solcher Stoffe in der Liqueurfabrication sollte gänzlich verboten sein und der Verkauf solcher Liqueure entsprechend bestraft werden.

Aus dem Vorangehenden ergibt sich, dass die verschiedenen Brantweinsorten und Liqueure die verschiedenartigste Zusammensetzung zeigen und schon deshalb in gesundheitlicher Beziehung nicht summarisch beurtheilt werden können.

Die Schäden des Alkoholismus.

Das Trinken alkoholischer Getränke findet man fast bei allen Völkerschaften vor, nur zu häufig geradezu als eine Krankheit der Nationen. Das Verlangen nach alkoholischen Getränken hat sich unzweifelhaft aus dem Bestreben der Verfeinerung der Genüsse entwickelt; man will nicht allein trinken, um den Körper auf seinen normalen Wassergehalt zu bringen, dazu würde auch Wasser genügen, sondern man will das Getränk zu einer Quelle des Vergnügens machen. Leider entwickelt sich aus diesem Umstande auch wieder der Übergenuss der Getränke; denn man trinkt nur, weil das Getränk gut schmeckt, und kein Laster kann sich physiologisch so leicht und ausgedehnt entwickeln als der Trunk.

Die Getränke werden leicht aufgenommen, und aus dem Magen gelangen sie rasch zur Resorption und Ausscheidung, so dass der weiteren Aufnahme von Flüssigkeit nichts entgegensteht.

Keines der alkoholischen Getränke birgt so viele Gefahren für den Einzelnen wie für ganze Nationen, wie der Brantwein.

Die beträchtliche Concentration des letzteren gestattet dem Consumenten nur zu leicht das Maß, welches er zu vertragen im Stande ist, zu überschreiten. Nirgends sieht man daher unter gleichen Verhältnissen so häufig Berauschte, nirgends so oft jugendlich Betrunkene in den höchsten Graden des acuten Alkoholismus, als bei einer schnapstrinkenden Bevölkerung.

Der Schnaps ist das billigste der alkoholischen Getränke, und deshalb greift der allerärmste Theil der Bevölkerung, der kein an-

deres Genussmittel erschwingen kann, zum Brantwein. Doch spielen hier mancherlei Momente noch mit, welche Veranlassung zum Schnapsgenusse geben. Offenbar sind die klimatischen Verhältnisse mit schuld, dass man sich diesem Genussmittel zuwendet. Im südlichen Europa kennt man den Drang nach dem Schnapse auch bei den allerärmsten Bevölkerungsclassen nicht.

Der Schnaps führt, wenn wir von Liqueuren absehen, keinerlei Stoffe mit sich, welche den Appetit erregen; er steht unten den alkoholischen Genussmitteln auf der niedersten Stufe. Der Schnapstrinker ist, auch wenn er nicht gerade zum ärmsten Theil der Bevölkerung gehört, schlecht genährt.

Der Brantwein ist kein Nahrungsmittel oder Nahrungsstoff, wir haben dies ausführlich schon oben auseinandergesetzt. Die erregten Empfindungen des Wärmegefühls und die Behaglichkeit sind Täuschungen und nur der besonderen Vertheilung des Blutes in den Gefäßen entsprungen.

Das, was der Arbeiter, wie der Arme mit dem Brantwein sich erkaufen will, ist übrigens nur selten das Wärmegefühl allein und die kurzdauernde Behaglichkeit, sondern es ist zum großen Theil das Vergessen seiner kümmerlichen Erwerbsverhältnisse, das Vergessen seiner täglichen Sorgen wie jener für die Zukunft, die Durchbrechung der Monotonie des Lebens, die Hebung seines Kraftgefühls und Beseitigung der Abspannung, die er nach zurückgelegtem Tagewerk empfindet. Dass der Genuss des Alkohols, wie der alkoholischen Getränke, die erotischen Saiten der Psyche, in gutem wie in schlechtem Sinn erregt, mag instinctiv ein Grund seiner Verbreitung sein. Durch diese eigenartigen Wirkungen der Getränke erklärt es sich auch, dass es nicht möglich ist, dem Alkohol ohneweiters den Kaffee oder Thee als Volksgenussmittel zu substituieren.

Die Wirkungen des Brantweins auf den Trinker sind höchst bedauerliche; eine große Anzahl von Thätlichkeiten und Verbrechen werden durch das Trinken hervorgerufen und begünstigt.

Bei Gewohnheitstrinkern bilden sich gewisse Veränderungen des Gefässapparats aus. Die anfänglich durch den Alkohol nur vorübergehend hervorgerufene Erweiterung der Capillargefäße, welche das Wärmegefühl erzeugt, wird mehr und mehr dauernd. Gesicht wie Nase bleiben roth. Es entwickeln sich Magen- und Darmkatarrh, die Zunge ist belegt, die Schleimhaut livide, häufig stellen sich Leberkrankheiten, Hemmungen des Pfortaderkreislaufes und Bauchwassersucht ein. Der Herzmuskel erkrankt durch Verfettung und ebenso beginnen in den übrigen Muskeln Veränderungen sich einzustellen. Der Tremor potatorum des Schnapstrinkers ist bekannt; endlich gesellen sich Delirien hinzu (Delirium tremens). Auch letztere gehören wesentlich nur zum Symptomencomplex des Brantweinconsumenten. Häufig endet das ganze Krankheitsbild mit Geistes- und Gedächtnisschwäche und Blödsinn.

Der Gewohnheitstrinker leidet nicht allein an dem chronischen Alkoholismus, dessen Folgen wir soeben dargelegt haben, vielmehr erhöht die Trunksucht noch die Disposition zu anderen Krankheiten. Viel ansteckende, fieberhafte Krankheiten treffen beim Trinker

auf geschwächte Organe; er fällt ihnen leichter zum Opfer. Operative Eingriffe aller Art sind bedenklicher als bei dem Nichtalkoholisten. Die Sterblichkeit der Säufer verhält sich zu der mittleren Sterblichkeit wie 3 : 1 (Neison).

Die Nachkommenschaft des Säufers ist meist ungesund und soll Anlage zu Irrsinn, Idiotie und Epilepsie besitzen.

Der Consum des Alkohols hat in manchen Ländern so bedeutend zugenommen, dass er zu einem socialen Übelstand geworden ist. Das sociale Elend darf durchaus nicht immer als Ursache des Alkoholismus bezeichnet werden; in sehr zahlreichen Fällen wird geradezu der Branntweingenuss zur Ursache moralischen und socialen Verderbens.

Begünstigt wird der Alkoholismus außer durch die früher bezeichnete traurige Lage der niederen Schichten der Bevölkerung durch die allzugroße Ausdehnung des Kneiplebens, welch' letzteres wiederum zum Theil in den schlechten Wohnungsverhältnissen für Minderbemittelte, zum Theil in der Sucht zum Vereinswesen im weitesten Sinne eine Stütze findet.

Der beginnende Alkoholismus ist im Allgemeinen das Zeichen zur Pflichtverletzung, die Nachwirkungen des acuten Alkoholismus verringern die Lust zur Arbeit, ja machen sie unerträglich. Häufig wird die Arbeit ausgesetzt und mehr und mehr das Schwergewicht auf den Besuch der Kneipe verlegt. So sinkt einerseits die Dignität als Arbeiter und damit die bessere Bezahlung. Außerdem wird der Verdienst kleiner durch versäumte Arbeitszeit und schließlich die Ausgaben an Geld für den Brantwein u. dgl. immer größer.

Die Familie wird unter solchen Umständen noch mehr leiden und die Noth noch drückender werden, als es ohne ein dem Trunk ergebenes Familienoberhaupt der Fall sein würde. Endlich wird der Mann ganz erwerblos! So endet das traurige Schicksal meist mit dem Ruin der ganzen Familie. Nicht selten greift die Brantweinpest auf die Frau über. Roheiten und Schlägereien sind dann das Einzige, was den heranwachsenden Kindern übererbt wird. Diese verkommen. Die Statistik vermag nicht zu zeigen, welche Fülle von Unheil der Brantwein da anrichtet, wo Kummer und Elend an sich nur selten glückliche Stunden zum Durchbruch kommen lassen. Mit dem Zerfall der Familie, dem Mangel an Erziehung wird nicht selten der weibliche Theil derselben das Opfer der Prostitution.

Aber nicht allein die Minderbemittelten ergeben sich dem Alkoholismus, derselbe dringt bis in alle Kreise, und zwar ergeben sich ihm auch die Frauen, freilich verkleidet und verborgen unter verschiedenartigem Deckmantel.

Man darf an diesem Orte nicht verschweigen, dass der übergroße Eifer an der Bekämpfung des Alkoholismus mancherlei angeblich statistisches Material zu Tage gefördert hat, das weder einer strengen noch gnädigen Kritik Stand hält. Der Begriff eines Trinkers wird vielfach ins Extreme getrieben und andererseits oft nur constatiert, dass unter so und so viel Erkrankten die Mehrzahl Trinker seien. Damit ist eine Schädigung durch Alkoholmissbrauch noch nicht erwiesen; es ist nicht leicht, auf diesem Gebiete zuverlässiges Material zu sammeln. Der Alkoholmissbrauch kann unter Umständen auch der Ausfluss einer krankhaften psychischen Veranlagung sein.

Der Alkoholmissbrauch ist auch nicht allein vom gesundheitlichen Standpunkt, sondern namentlich vom national-ökonomischen zu be-

kämpfen; er stellt eine Verschwendung des Nationalvermögens dar. Es ist aber nicht allein eine Eindämmung des Missbrauchs von Schnaps und Liqueuren zu wünschen, sondern eine solche hätte vielmehr auch jene des Bieres und des Weines zu umfassen, welch' letztere bei den Wohlhabenderen nur zu reichlich genossen werden.

Die Bekämpfung des Alkoholmissbrauchs.

Bei Betrachtung der Maßregeln sur Bekämpfung des Alkoholismus scheiden sich die Wege der Einzelnen außerordentlich streng. Manche verlangen vollkommene Unterdrückung des Alkoholgenusses, Andere nur die Beschränkung. Wenn man sich die ganze praktische Tragweite unserer Bemühungen vergegenwärtigt, so wird man der schroffen Unterdrückung jedweden Alkoholgenusses nicht das Wort reden können. Man kann nicht mit einem Schlage einem Volk ein allgemeines Genussmittel entziehen.

Die Mittel zur Bekämpfung des Missbrauchs sind mannigfach; Staat, Gemeinde wie Gesellschaft müssen zusammenwirken.

Wir sehen die eine Ursache des Alkoholmissbrauchs in dem Pauperismus, in welchem breite Schichten des Volkes leben.

Den Alkoholismus bekämpft alles, was die Volkswohlfahrt hebt und Sorge und Elend beseitigt. Dahin gehört vor Allem die Beschaffung wohlfeiler und gesunder Nahrungsmittel, wozu es die mannigfachsten Mittel und Wege gibt, die Begünstigung von Volksküchen und Volkskaffeehäusern, Errichtung von Markthallen in größeren Städten, die Fürsorge für Kranke, Schwache, Verunglückte, Arbeitsunfähige durch Alter, Wöchnerinnen. Durch diese Fürsorge werden Unzählige von Kummer und Sorge befreit und die Existenz gesichert und dem unverschuldeten Pauperismus gesteuert.

Eine ganz wesentliche Aufmerksamkeit hat man weiters der Gewinnung und Verbesserung der Arbeiterwohnungen zuzuwenden. Wer im Stande ist, sich selbst in bescheidenen Grenzen ein behagliches Heim zu gründen, für den fehlt die Verlockung zum Wirtshausbesuch.

Durch die Belehrung über die Folgen des Genusses berauschender Getränke wird zweifellos auch dem Übel zum Theil gesteuert werden können.

In geeigneter Weise wird darauf Bedacht zu nehmen sein, die Ersatzmittel für den Brantwein, leichte Biere, Thee oder Kaffee, nicht durch hohe Besteuerung zu vertheuern.

Um die Schäden des Alkoholgenusses zu mindern, ist eine Beaufsichtigung der Beschaffenheit der berauschenden Getränke von Seiten des Staates erwünscht.

Der Brantwein soll möglichst fuselfrei sein, ferner soll er verdünnt sein, damit die Wirkungen nicht zu stürmisch sind. Man kann für Trinkbrantwein einen Gehalt von 35 bis 40 Volumprocent für zulässig erklären (Möller).

Die große Zahl von Schankstellen tragen zweifellos viel zur Ausbreitung des Schnapsgenusses bei. Das Schankgewerbe sollte streng

überwacht und die gesetzlichen Bestimmungen, welche ja bei der Concession vorgesehen sind und genügend Handhabe bieten, schärfer angewandt werden (Gesetz vom 23. Januar 1879).

Nicht minder erscheint in vielen Fällen die Beschränkung der Verkaufszeit von Vortheil.

In Amerika gibt es viele Temperenzlergemeinden, welche jede Concession zur Errichtung einer Schankstelle verweigern. Sehr strenge schränkt Schweden die Licenz für den Detailverkauf ein. In Gothenburg hat sich eine Ausschank-Actiengesellschaft gegründet, welche alle Verkaufsstellen an sich gebracht hat, die Zahl der Schankstätten stark vermindert, die Verkaufszeit kürzt. Sie liefert alle Überschüsse an die Gemeindecasse ab. Dieses Gothenburger System ist in 57 Städten durchgeführt.



Fig. 226.

Die Besteuerung und Vertheuerung des Brantweins ist im Allgemeinen eine Repressivmaßregel, welche sich bisher kein Staat hat entgehen lassen, ohne dass wesentliche Erfolge dadurch erzielt worden sind.

Die Repressivmaßregeln sollen sich weiter wenden:

1. Gegen den Wirt, indem er bestraft wird, wenn er Alkohol an Trunkenbolde und Unmündige verabreicht; Trinkschulden sollten nicht klagbar sein.

2. Gegen den Trunk. Durch Bestrafung der Trunksucht in allen Classen der Bevölkerung, durch Detinierungen von notorischen Trinkern in Besserungsasylen.

Untersuchung des Brantweins.

Die Bestimmung des Alkoholgehalts kann meist direct durch die Bestimmung des specifischen Gewichts ausgeführt werden. Sind aber neben dem Alkohol noch andere Substanzen anwesend, so wird abdestilliert und wie bei Bier und Wein (s. dort) verfahren.

Die wichtigste Frage ist meist der Nachweis des Fuselöls; wir besitzen in dem Verfahren von Röse eine exacte Methode zur quantitativen Bestimmung.

Der nebenstehende, von Herzfeld modificierte Apparat (Fig. 226) trägt an seinem unteren Ende einen birnförmigen Ansatz von 20 cm^3 Inhalt, die daran anschließende Röhre ist in Kubikcentimeter getheilt und lässt etwa 0·02 cm^3 noch gut angeben. Oben ist eine kugelige Ausbauchung angeschlossen. In den unteren Theil wird reines Chloroform, von dem man sich am besten einen Vorrath hält, sorgfältig mit einem langhalsigen Trichter eingebracht, bis der Meniscus auf 20 einsteht.

In den Apparat füllt man sodann 100 cm^3 des zu untersuchenden Alkohols und 1 cm^3 Schwefelsäure. Da nun das Chloroform auch vom reinsten Äthylalkohol aufnimmt und das Volumen zunimmt, so wird nach dem Schütteln von Chloroform und Alkohol der Meniscus anders einstehen, z. B. auf 21·0 u. dgl. Die von dem Chloroform aufgenommene Alkoholmenge ist weiter auch von dem Concentrationsgrad des Alkohols abhängig; man hat daher stets, ehe man Versuche über Fuselöl anstellt, dem zu untersuchenden Alkohol eine bestimmte Concentration von 30 Volumprocenten zu geben und bei gleichbleibender Temperatur, z. B. 15°, die Ausschüttelung vorzunehmen.

Mit absolut reinem Alkohol bestimmt man nun ein- für allemal (d. h. für ein bestimmtes Chloroform) die Volumzunahme. Ist in einem anderen Falle aber neben dem Äthylalkohol noch Fuselöl vorhanden, so wird das letztere begierig vom Chloroform unter Volumzunahme des letzteren absorbiert, und die Vermehrung der Volumzunahme gegenüber jener bei reinem Äthylalkohol gibt das Maß des Fuselgehalts. Ein Fuselgehalt von etwa 0·0066 Procent entspricht einer Volumzunahme von etwa 0·01 cm^3.

Den zu untersuchenden Brantwein (200 cm^3) destilliert man mit Kalilauge bis auf ein Fünftel ab. Aller Alkohol und alles Fuselöl gehen dabei über. Dann wird nach der Destillation auf 200 cm^3 aufgefüllt, das specifische Gewicht genommen und bis 30 Volumprocent verdünnt.

Außer dem Röse'schen Verfahren hat Traube ein Capillarimeter angegeben, doch genügt das erste für alle Aufgaben. Die in Deutschland getrunkenen Brantweine scheinen einen Fuselgehalt von 0·3 Procent nur selten zu erreichen, in extremen Fällen sind aber bis zu 0·6 Procent gefunden worden.

Essig.

Der Essig, der zu Nahrungszwecken dient, wird nahezu ausschließlich aus Wein, Bier, Brantwein bereitet.

Der echte Weinessig, durch saure Gährung des Mostes entstanden, charakterisiert sich dadurch, dass er ein angenehmes, weinartiges Aroma besitzt und neben Essigsäure Weinstein enthält.

Der Obstessig, aus Obstwein durch saure Gährung dargestellt, erinnert durch Geruch und Geschmak an das Aroma der Äpfel und Birnen und enthält Äpfelsäure, Milchsäure und deren Salze in Lösung.

Der Spiritus-, auch Brantweinessig (Schnellessig), wird durch Oxydation eines verdünnten Spiritus bei 30° C. in Fässern, die, mit Holzkohlen oder mit Holzspänen beschickt, der Luft eine große Fläche bieten, dargestellt. Bei der Essigbildung entsteht auch stets etwas Essigäther.

Durch Rectification des Holzessigs (der durch Trockendestillation des Holzes gewonnen wird) wird ein Essig erhalten, der noch Spuren von empyreumatischen Substanzen enthält. Bei erheblichen Mengen Empyreum ist ein solcher Essig der Verdauung nicht zuträglich.

Manche Essigsorten werden mit Karamel gefärbt.

Der Essigsäuregehalt der käuflichen Essigsorten variiert von 1 bis 15 Procent an Essigsäure, er beträgt durchschnittlich 4 Procent. Um den Säuregehalt zu ermitteln, empfiehlt sich die Titrierung mit einer Natronlösung von bekanntem Gehalt.

Gefälscht wird der Essig am häufigsten durch Zusatz von Schwefelsäure.

Beigemischte Salzsäure entdeckt man durch Destillation des verdächtigen Essigs; das Destillat, mit salpetersaurer Silberlösung geprüft, gibt bei Salzsäurezusatz einen Niederschlag von Chlorsilber.

Soll die Anwesenheit freier Weinsäure, welche dem Schnellessig zuweilen absichtlich zugesetzt wird, um ihn dem Weinessig ähnlicher zu machen, constatiert werden, so dampft man eine Probe bis zur Syrupconsistenz ein, zieht dann mit Alkohol aus und versetzt den nach dem Verdunsten derselben verbleibenden Rückstand mit einer concentrierten Lösung von Chlorkalium. Freie Weinsäure bildet sofort einen krystallinischen Niederschlag von saurem weinsauren Kali.

Literatur. v. Voit, Gesammtstoffwechsel. — Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. VI. — Bersch, Die Conservierungsmittel. — König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, Berlin, 1880. — Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel, Berlin, 1886. — O. Dammer, Illustr. Lexikon der Verfälschungen, Leipzig, 1887. — Emmerich und Trillich, Anleitung zu hygienischen Untersuchungen, München, 1889. — Lehmann, Lehrbuch der hygien. Untersuchungsmethoden, Wiesbaden. S. ferner die einschlägigen Artikel in Muspratt's Technischer Chemie.

Neunter Abschnitt.

Hygienisch wichtige Lebensverhältnisse.

Erstes Capitel.

Der Geschlechtsverkehr.

Die Geschlechtsreife.

Mit der Geschlechtsreife entsteht bei dem Jüngling wie dem Mädchen der unbewusste Trieb, einander sich zu nähern; er findet in der Vereinigung der Geschlechter die bewusste und gesundheitsgemäße Befriedigung. Diese erzeugt aber keineswegs nur Sinnengenuss und Quellen körperlichen Behagens, sondern man kann sagen, dass der Mensch, würde er des Fortpflanzungstriebes und dessen, was diesem geistig entspringt, beraubt, wohl auch der Poesie und vieler wichtiger socialer Eigenschaften entbehren würde. Das Geschlechtsleben gibt meist den Impuls zur Erwerbung von Besitz, zur Gründung des häuslichen Herdes, zur Pflege der Kinder, zur Entwickelung ethischer und ästhetischer Grundsätze. Die Art des geschlechtlichen Verkehrs ist ein Spiegelbild der Cultur eines Volkes, und ihre Regelung bildet nicht selten einen wesentlichen Inhalt religiöser Lehren.

So segensreich die richtige und geläuterte Entfaltung des geschlechtlichen Lebens auf unser Dasein einwirkt, so stellt es andererseits, wo es als ungezähmte Lust und Leidenschaft zum Durchbruch kommt, eine Gefahr für das eigene Ich wie für den Nebenmenschen und die Allgemeinheit dar.

Die geschlechtliche Reife macht sich bei beiden Geschlechtern durch eine Reihe der wichtigsten psychischen Änderungen geltend. Sie macht den Menschen leicht entflammbar für alles Schöne und Gute, ästhetische Gefühle führen ihn der Dichtkunst zu, sie lassen ihn Gefallen finden an den bildenden Künsten; nicht selten aber wird er auch in religiöse Schwärmereien und weltschmerzliche Grübeleien versetzt. Die Liebe und Zuneigung zu Personen ist in dieser Zeit eine überschwängliche, aber zugleich platonische.

Eine wichtige Aufgabe der Erziehung besteht nun darin, die natürliche Entwickelung des Reifeprocesses nicht zu stören, vielmehr sie

zu benutzen, um den Menschen mit all' dem auszustatten, was ihm für das spätere Leben von Nutzen sein kann. Vor Allem muss die *Frühreife* verhütet werden. Von dem Eintritt der Geschlechtsreife bis zur vollerblühten Mannbarkeit sollen Jahre vergehen, in denen die Reinheit des Gemüths in sorgsamster Weise behütet wird.

In den *Großstädten* ist diese erziehliche Aufgabe keine Kleinigkeit; der stete Verkehr mit zahlreichen Altersgenossen, die ständige Einwirkung ungeeigneter Literatur, obscöner Reproductionen, die Buntheit und Niedrigkeit des Straßenlebens bieten hundert Gefahren; daher muss die Einwirkung von Seite der Familie eine doppelt vorsichtige und zielbewusste sein. Mit feinem psychologischen Tacte muss alles Störende beiseite gehalten werden; die Erziehung muss eine unbewusste, von fühlbarem Zwang freie sein. In hygienischer Hinsicht, und damit haben wir uns ja allein hier zu beschäftigen, sehe man auf gleichmäßige Ausbildung von Geist und Körper; man vermeide, die Jugend zur Stubenhockerin zu machen, wecke die Freude am Naturgenuss, pflege Körperübungen und einfachen Sport, vermeide Verweichlichung in der Kleidung, zu langes Schlafen und sehe auf eine geordnete Hautpflege, namentlich auf kühle Waschungen und kühles Schlafen, ohne dass man aber etwa dabei glaubt, durch extreme Anwendung dieser Grundsätze den Erfolg erheblich zu verstärken.

Besonders aber sei man auf richtige Wahl von Nahrung und Getränk bedacht; die Abendmahlzeit sei nicht zu reichlich und werde nicht zu kurz vor dem Schlafengehen eingenommen. Alkoholika jedweder Art werden thunlichst vermieden. Eine Hauptgefahr des Alkohols besteht sicherlich in dem Umstande, dass er zu sexueller Erregung und Excessen vorbereitet.

Aber außer der Vermeidung alles Anreizes zur Sinnlichkeit müsste die ganze geistige Erziehung dahin gehen, das *Wollen* der Sittlichkeit sicherzustellen.

Wenn es aber schon unter günstigen Lebensverhältnissen nicht leicht sein dürfte, einer idealen Entwickelung des heranreifenden Mannes wie der Frau nahezukommen, so ist dies natürlich für Alle, welche durch *die sociale Stellung* eine volle Aufopferung der Eltern in der Erziehung nicht beanspruchen können, und Jenen, welche frühzeitig aus der Familie weg, halbreif, ihr eigenes Brot zu verdienen gezwungen sind, noch weit seltener der Fall; ja man kann sagen, dass zum mindesten für einen großen Procentsatz der Bevölkerung die Frühreife in dem Wissen meist schon viele Jahre vor erreichter Pubertät erlangt ist! Man stelle sich einmal die entsetzlichen Zustände der Wohnungsverhältnisse wenig Bemittelter vor: die ganze Familie, Jung wie Alt, schläft oft in *einem* Raume zusammen; das heranreifende Kind ist Zeuge der intimsten Vorgänge und von Gesprächen, die sich auf diese letzteren beziehen. Noch schlimmer steht es aber dort, wo *die Eltern* selbst einen *lockeren Lebenswandel* führen, oder dort, wo die beste Stube der Familie an eine *Prostituierte* vermiethet wird, indess die Kinder die Bedienung der Letzteren besorgen. Die Zustände spotten in unglaublicher Weise jedweder Erziehung zum Guten; sie bestehen, auch wenn man sie vielfach nicht sehen will. Ist die Sittlichkeit einmal verloren, so ist ein unersetzliches Gut dahin.

Die Ehe.

Die naturgemäße ethischeste und vom hygienischen Standpunkte aus wünschenswerteste Vereinigung der Geschlechter findet in der Ehe statt. Sie bildet für das Weib das Ziel und Ideal ihres Strebens. Sie bietet neben der geordneten Befriedigung des Geschlechtstriebes durchschnittlich Gewähr für ein ungestörtes Fötusleben, günstige Geburtsverhältnisse, zweckmäßige Pflege und Erziehung der Kinder. Sie bildet daher auch den Grundpfeiler unserer staatlichen Organisation.

Die Vereinigung der Geschlechter findet durchaus nicht immer wie bei uns in monogamer Ehe statt. Bei den Polynesiern bestehen noch die Urzustände vollkommen freier Wahl, der Stärkste besitzt jeweilig das Weib. Der geschlechtliche Act vollzieht sich in der Öffentlichkeit. Erst bei weiterem Vorschreiten der Cultur entwickelt sich das Schamgefühl und die Hebung des Weibes zur Hausfrau und Genossin, die Forderung der Keuschheit und der Zielpunkt der Ehe als erste geschlechtliche Vereinigung. Doch kann bei hoher Gesittung die letzte Forderung auch unterbleiben. In Japan nahm man früher keinerlei Anstoß, sich Frauen zu wählen, welche jahrelang in Theehäusern als öffentliche Dirnen Dienste gethan haben.

Die Ehe ist aber keineswegs unter allen Umständen zulässig und von sanitär günstigen Folgen begleitet; letztere können das Ehepaar, wie die Nachkommenschaft betreffen.

Die Ehen zwischen Menschen unreifen Alters führen zu frühzeitigem Abwelken der Eltern und zu schwächlicher Nachkommenschaft, die Frau sollte nicht vor dem 16. Jahre, der Mann nicht vor dem 20. Jahre zur Ehe zugelassen werden. Diese Altersgrenze wird bei den verschiedenen Nationen verschieden zu bemessen sein. Auch extreme Altersverhältnisse sind hygienisch nicht als zulässig zu betrachten.

Besonders wichtig ist bei dem Eingehen der Ehe das Verwandtschaftsverhältnis. Je näher im Allgemeinen die Blutsverwandtschaft, um so wahrscheinlicher ist der Misserfolg einer Ehe hinsichtlich gesunder Nachkommen. Zwar haben von jeher die Gesetzgeber dieses Übel zu bannen gesucht; doch sind Verwandtenheiraten namentlich in fürstlichen Häusern sehr häufig. Die Blutsverwandtschaft wirkt durch Vererbung, und durch kein anderes Moment, ungünstig auf die Nachkommenschaft. Wo also keine Fehler der Organisation und geistigen Anlagen der Blutsverwandten sich fänden, könnten sie auch bei den Kindern nicht auftreten. Das ist nun aber nie der Fall, und deshalb sieht man auch so häufig kranke Kinder als Folge zu naher Verwandtschaft der Ehegatten. Von 512 Ehen Blutsverwandter hatten nur 103 Ehen normale Kinder aufzuweisen, in nahezu vier Fünfteln der Fälle waren die Ehen entweder überhaupt unfruchtbar, oder die Kinder epileptisch, schwächlich, blödsinnig, kränklich, mit Monstrositäten behaftet. In Italien treffen auf 1000 Ehen 0·5 bis 0·7 auf Ehen zwischen Oheim und Nichte, beziehungsweise Tante und Neffen, und 6 bis 8 auf Geschwisterkinder (Mantegazza).

Ein bedauerlicher Übelstand muss genannt werden, dass so häufig notorisch kranke Personen die Ehe eingehen: Tuberculöse, Syphilitische sind es zumeist, die wir meinen, und welche den Krankheitskeim entweder zwischen sich selbst austauschen oder ihn den Kindern

übertragen. Noch weit schlimmer aber muss bezeichnet werden, wenn man Frauen mit verunstaltetem Becken, mit absoluter Unmöglichkeit des Gebärens zur Ehe zulässt und ihnen so das Todesurtheil spricht.

Man hat auf Grund der Statistik den Ehestand als besonderlich förderlich für die Gesundheit gepriesen (Jacques Bertillon, Schlager), er verlängere das Leben, die meisten Selbstmörder seien ledig. Diese Zusammenstellungen beweisen nichts für das, was sie beweisen sollen: die Vorzüge eines geordneten Geschlechtsverkehrs.

Wer die Ehe eingeht, muss im Großen und Ganzen gewisse körperliche oder auch geistige Vorzüge an sich haben. Ein Blinder, Lahmer oder Krüppel wird nicht leicht zur Ehe kommen, ebensowenig ein Geisteskranker oder abnorm Veranlagter, desgleichen nicht der ganze Auswurf der Bevölkerung, die Taugenichtse aller Art. Es darf uns also nicht wundernehmen, wenn bei dieser Art von Gruppierung in Verheiratete und Ledige ein ungünstiges Resultat für die Nichtverheirateten sich ergibt. Dass die Ehe durchwegs eine Verlängerung des Lebens bedeute, wird man aber wohl nicht behaupten wollen.

Die Ehe erzeugt nicht selten eine Verschärfung des socialen Elends, indem die wachsende Kinderzahl den Erwerb unzureichend macht; die unmittelbarste Folge ist die Erhöhung der Sterblichkeit der Kinder. So sehr nun für den Staat eine gewisse Geburtenzahl und ein langsames Anwachsen der Bevölkerung wünschenswert ist, so bedenklich kann eine zu große Zunahme sein. Man sinnt daher auf Abhilfe, indem man vielfach die Freiheit der Eheschließung beeinträchtigt, ein hartes Mittel, das den außerehelichen Verkehr wieder begünstigt. Die Beschränkung des übermäßigen Kindersegens findet in anderen Staaten, z. B. in Frankreich, von Seite der Ehegatten statt; das Wie hier des Näheren zu besprechen, liegt keine Veranlassung vor, zumal Schäden solcher Beschränkung in hygienischer Hinsicht nur selten hervortreten.

Der geschlechtliche Verkehr in der Ehe soll mit Mäßigung gepflegt werden und regelt sich nach allenfallsigen ersten Excessen von selbst. Die Liebe ist bei dem Manne immer von weit größerer Leidenschaftlichkeit als bei dem Weibe; diese Heftigkeit und Glut macht ihn nicht selten zum Sclaven des Weibes, das durchwegs weniger sinnlich veranlagt erscheint. Indem das sinnliche und active Element bei dem Manne weit mehr seine Anlage beherrscht und er auch bestimmt ist, alle Schwierigkeiten des Lebens auf seine Schultern zu nehmen, sind Fehltritte seinerseits weit erklärlicher als jene der Frauen.

Der geschlechtliche Verkehr soll nur in der Ehe eingeleitet werden; es ist aber durchaus nicht für alle Menschen vom sanitären Standpunkt aus nothwendig, in geschlechtlichen Verkehr zu treten. Es ist eine sehr irrige Meinung, wenn man aus der Nichtübung dieser Functionen einen Schaden ableiten will. Der Mann wie das Weib können bei richtiger Willensstärke und Besonnenheit die sinnlichen Triebe dauernd überwinden. Wir meinen dabei keineswegs ein klösterliches Cölibat, das ja durch die Abhaltung jedweden Conflicts mit der Außenwelt weit leichter zu ertragen ist.

Die Prostitution.

Neben der Ehe hat der außereheliche Geschlechtsverkehr eine ungeheure sanitäre Bedeutung. Seine außerordentliche Verbreitung wird man aus naheliegenden Gründen auch nicht annähernd schätzen können. Er hat zu allen Zeiten und bei allen Nationen stattgefunden.

Die Ursachen desselben sind sehr verschiedenartiger Natur. Einmal sociale; nicht Jeder kommt in die Lage, so reichlichen Erwerb zu gewinnen, dass er Aussicht hat, eine Familie zu ernähren. Dies trifft auch für die höheren Classen zu; die Repräsentationskosten verschlingen dort häufig den wesentlichsten Theil des Einkommens. Bisweilen hindert ein körperliches Gebrechen das Eingehen einer Ehe. Ein großes Contingent zu dem außerehelichen Verkehr liefern die Ehen selbst. Vielfach finden die Ehegatten in derselben ihre Befriedigung nicht, wollen und können aber ihre Verbindung nicht lösen. Die allergrößte Zahl solcher Verbindungen des außerehelichen Geschlechtsverkehrs liefert jederzeit das erste Mannesalter und das entsprechende Alter des weiblichen Geschlechts nicht selten als Folgen einer Frühreife.

Der außereheliche Verkehr gestaltet sich nun sehr verschieden:

1. Er besteht in der Vereinigung nach gegenseitig freier Wahl;
2. in der Prostitution.

Die gegenseitig freie Wahl liefert leider eine große Zahl unehelicher Kinder und macht sich damit in sanitärer Hinsicht unangenehm bemerkbar. Sie ist überall sehr verbreitet, wo die Prostitution keinen festen Boden gewonnen hat, wo also Verführungskünste angewendet werden müssen, um zum geschlechtlichen Genusse zu gelangen. Das Militär, das ja die jüngeren, kräftigsten Leute in sich begreift, stellt naturgemäß ein großes Contingent solcher Verbindungen. Auf dem Lande überwiegt im Allgemeinen diese Art des Verkehrs. Heiratsbeschränkungen führen gleichfalls zur Vermehrung desselben.*) Vom moralischen Standpunkt aus sind diese Zustände zum Theil sehr bedenklich; recht häufig sinken solche Opfer jugendlichen Leichtsinns in ihrer Verlassenheit immer tiefer.

Neben der gegenseitig freien Wahl besteht überall der gewerbsmäßig von den Frauen dargebotene Geschlechtsverkehr, die Prostitution. Sie ist, kurz gesagt, ein nothwendiges Übel, das bald anschwillt, bald im Verlauf der Zeiten abnimmt, und das in den letzten Jahrzehnten in Deutschland sicherlich nicht schlimmer ist wie früher. Die Prostitution beruht einerseits in dem Geschlechtsbedürfnis des Mannes, auf der Unmöglichkeit, dasselbe in der Ehe zu befriedigen, wie auf der etwas polygam angelegten Natur des Mannes, andererseits auf der Eigenschaft des Weibes, sich beliebig preisgeben zu können. Da sich also stets eine Nachfrage nach Prostituierten findet, wird das Übel, so lange es Menschen gibt, nicht auszurotten sein. Der schuldigste und verwerflichste Theil bei diesem Verkehr ist zweifellos die Prostituierte. Die Personen, welche sich der Prostitution ergeben, recrutieren sich aus den verschiedensten Ständen und gelangen durch die mannigfachsten Beweggründe dazu.

*) Die Zahl der unehelich Geborenen betrug in Bayern zu einer Zeit, als die Gemeinden bei Personen mit Lohnerwerb gegen die Verehelichung unbedingtes Veto (ohne Beschwerderecht) einlegen konnten, 21 bis 22 Procent. Nach Aufhebung dieses Gesetzes war diese Ziffer 1875 auf 12·6 gesunken.

In den meisten Fällen ist die Prostitution ein von Anfang an von den Frauenspersonen gewählter Erwerb. Faule und zu jedweder Arbeit unbrauchbare Dirnen benutzen die Gelegenheit, in dieser Weise ihr Brot zu verdienen und ihrer Putzsucht zu genügen. In anderen Fällen ist es eine verderbte Jugend und Verführung, welche den Anstoss gibt; in wieder anderen Fällen die missliche Lage, in welche eine Person durch außereheliche Schwangerschaft gerathen ist. Der letzte Grund führt mitunter auch Personen von notorisch guter Erziehung und guter Herkunft der Prostitution zu. Diese häufig durch die niederträchtigste Verführung Entehrten und Gefallenen sind die Einzigen, welche unter der ganzen Masse der Dirnen Mitleid verdienen und gebessert werden können. Da wir uns nur mit den gesundheitlichen Beziehungen zu beschäftigen haben, müssen wir uns von dieser Seite der Frage, so wichtig sie nach anderen Richtungen hin ist, abwenden.

Die Prostitution wird in verschiedener Weise betrieben. Die Dirnen wohnen entweder allein oder höchstens zu Zweien bei den Kupplerinnen oder sie sind zu Mehreren in Bordells vereinigt.

Die Prostitution trägt namentlich zur Verbreitung der Syphilis bei; es ist deshalb eine strenge Überwachung derselben wünschenswert. Fast allgemein werden wöchentlich Untersuchungen der Dirnen durch Ärzte durchgeführt. Die Untersuchung hat sich auf den ganzen Körper, auf den Mund, sowie auf die Beobachtung der Scheide mit dem Mutterspiegel auszudehnen. Verdächtigen wird sofort der Umgang mit Männern verboten; sie werden im Nichtbeachtungsfalle mit strenger Strafe geahndet oder noch besser, wenn thunlich, einem Spitale zur Beobachtung überwiesen.

Die Bordells sind in Deutschland fast durchgängig aufgehoben; es scheint dies ein ganz entschiedener Missgriff in der Überwachung der Prostitution zu sein. Im Bordell kann man an die Reinlichkeit im Hause, an die Wäsche, Körperpflege weit mehr Anforderungen stellen, als wenn die Dirnen separiert wohnen; es concentriert die Unzucht und entlastet daher größere Gebiete einer Stadt. Die Art der Moralität ist bei einer Bordelldirne keine andere als bei den übrigen. Man sagt, die Unfreiheit der Personen sei in den Bordells eine geradezu sclavische; die Dirnen stürzen sich überall in Schulden, ob sie frei oder in Bordellen wohnen, und müssen sie mit ihrem Körper abverdienen. Der größte moralische Übelstand des jetzigen Systems besteht darin, dass die Dirnen sich auch bei Familien mit Kindern einmiethen und, wie oben gesagt, hier durch ihr Beispiel auf weite Kreise der Jugend verderblich einwirken.

Jeder gewaltsame Versuch, die Prostitution zu unterdrücken, ist ein widersinniger, der natürlichen Entwickelung widersprechender. Die Beleidigung der öffentlichen Sittlichkeit ist dort weitaus am geringsten, wo eine geordnete Bordellwirtschaft besteht. Neben der letzteren wird immer, weil eine Nachfrage auch da noch vorhanden ist, ein kleiner Bruchtheil der Dirnen als separierte Prostituierte sich halten.

Die Prostituierten sind für das übrige weibliche Geschlecht ein entschiedener Schutz, indem sie zur Ableitung der Sinnlichkeit, zur Verminderung der Verführung und Herabsetzung außerehelicher Geburten beitragen.

Schwangere und Gebärende.

Die Schwangerschaft erfordert zu normalem Verlauf gewisse Rücksichtnahme von Seiten der Umgebung; das körperliche wie geistige Befinden ist in mehr oder minder hohem Grade verändert. Bei den Minderbemittelten lässt aber leider die Pflege der Schwangerschaft viel zu wünschen übrig. Selbst die einfache Besorgung des Haus-

halts kann bei ungünstigen Wohnungsverhältnissen den Schwangeren schädlich werden. Die vielen Fehlgeburten bei den Bewohnerinnen der höheren Stockwerke weisen darauf hin. Ebenso bedenklich für eine normale Schwangerschaft ist die Beschäftigung mit manchen giftigen Substanzen, z. B. mit Quecksilber; wir werden darauf, wie überhaupt auf den mit Rücksicht auf die Schwangerschaft nöthigen Frauenschutz bei der allgemeinen Gewerbehygiene zu sprechen kommen.

Es ist Aufgabe des Staates, für ein geordnetes Hebammenwesen zu sorgen durch Errichtung tüchtig geleiteter Hebammenschulen und durch Unterstützung der Hebammenschülerinnen durch Stipendien. Ebenso wichtig wäre es, in armen Gegenden die Hebammen durch regelmäßige Zuschüsse aus den Cassen der Communalverbände zu unterstützen. Die Hebammen sollen in gewissen Zeiträumen auf kurze Dauer wieder in die Schulen einberufen werden, theils zur Controle, theils um sich mit wichtigen Neuerungen bekannt zu machen.

Die äußerst dürftigen Verhältnisse mancher Arbeiterwohnungen, namentlich aber die Hilflosigkeit außerehelich Geschwängerter machen eine staatliche Fürsorge durch Errichtung von Entbindungsanstalten zum Bedürfnis. Die bei den Laien verbreitete Auffassung über die Häufigkeit puerperaler Erkrankungen in solchen Anstalten ist eine ganz irrige.

Die Ernährung einer stillenden Frau muss entsprechend der von ihr geforderten Milchabsonderung reicher an Eiweiß, Fetten und Kolehydraten sein. Erstere sollen etwas überwiegen. Die Brustwarzen sollen schon zur Zeit der Schwangerschaft für die Saugperiode vorbereitet werden. Es ist thunlichst darauf hinzuwirken, dass die Mutter dem Kinde die Brust reiche.

—

Zweites Capitel.

Das Kindesalter.

Pflege des Säuglings.

Der Neugeborene tritt in einem äußerst hilflosen Zustande in die Welt ein, er vermag die Bewegungen seiner Muskeln nicht zu leiten, und ebenso schlecht entwickelt sind seine Sinne. Von dem Geschmack und Geruchssinn abgesehen, bedarf es Wochen und Monate, ehe das Kind zur richtigen Wahrnehmung der außer ihm gelegenen Gegenstände gelangt. Nur wenige solcher Wahrnehmungen lernt es wirklich verstehen und nutzbringend für sein eigenes Ich anzuwenden. So fehlt es also einerseits an der richtigen Erkenntnis dessen, was dem Körper gut thut oder ihm vom Übel ist, andererseits fehlt es auch bei richtigen Vorstellungen an dem Willen zu begehren oder zur Abwehr, und endlich sind die Lust und Unlustäußerungen mangels der Sprache nur schwer zu deuten.

Das Kind vermag nicht die Pflege etwa durch instinctive Angaben über sein Wohlbefinden zu leiten; die Pflege muss durch eigene Beobachtung des Kindes diese Lücken ersetzen, und ist deshalb allein für das Wohlergehen des Säuglings verantwortlich.

Diese Aufgabe, den Säugling zu warten und zu pflegen, ist nun keine einfache, denn in dem ersten Jahre macht das Kind die mächtigsten physiologischen Veränderungen, welche für das spätere Leben oft von großer Bedeutung sind, durch. In der Regel rechnet man das Säuglingsalter bis zum 7—9 Monat.

Unter den körperlichen Veränderungen ist das Wachsthum die bedeutendste.

Monatliches Wachsthum:

Periode:	Körpergewicht am Anfang der Periode in Gr.
Tag 1—2	3250
„ 3—7	3110
„ 8—30	3250
2. Monate	4000
3. „	4700
4. „	5350
5. „	5950
6. „	6500
7. „	7000
8. „	7450
9. „	7850
10. „	8200
11. „	8500
12. „	8750.

Der Magen fasst bei 14c Druck in der ersten Woche 46, in der zweite 72, in der 4. Woche 80, im 2. Monat 140, Ende des 1. Jahres 400cc. — (Fleischmann.)

Das Kind wächst im ersten Lebensjahre äußerst rasch und bedarf deshalb einer sorgfältig geregelten Nahrung. Das natürliche Nahrungsmittel für ein Kind ist nur die Muttermilch, beziehungsweise Ammenmilch; diese enthält alle Bestandtheile — eine gesunde Mutter vorausgesetzt — in richtiger Mischung zum Aufbau des Körpers und seiner Organe. Sie ist das ausschließliche Nahrungsmittel und wird damit zur Nahrung; meist bedürfen die Kinder keiner weiteren Zugabe eines Getränks, sondern das in den Milchbestandtheilen mitgeführte Wasser reicht auch zur Erhaltung des normalen Wassergehaltes der Gewebe. Da die Milch jedesmal in solchen Mengen der Brustdrüse entnommen wird, wie das Kind seiner bedarf, und unmittelbar in den Mund des Kindes gelangt, so hat die Natur damit auch die bestmöglichste Einrichtung getroffen, welche eine Verunreinigung der Milch durch Keime aller Art ausschließt, also Keimfreiheit des Nahrungsmittels Gewähr leistet.

Auch hinsichtlich der Ausnutzbarkeit wird die Muttermilch von keinem Surrogat erreicht, sie wird bis auf wenige Procente im Darmcanal des Säuglings resorbiert (Uffelmann, Escherich). Im Magen gerinnt sie zu äußerst feinen Flocken.

Das Kind bleibt am besten bis zum achten Monat an der Brust; den Tag über wird es in der ersten Zeit wohl meist dreistündig mit Nahrung versehen. Des Nachts dagegen haben die meisten Kinder einen sechsstündigen ununterbrochenen Schlaf, der eine Mahlzeit ausfallen lässt. Länger als bis zum zwölften Monat lässt man das Kind nicht an der Brust. Auf dem Lande werden die Kinder allerdings in der irrthümlichen Absicht, die erneute Conception zu vermeiden, oft viel länger gesäugt. Die Wiederkehr der Menstruation braucht das Säugegeschäft nicht zu unterbrechen, wohl aber hinzutretende Schwangerschaft.

Soll das Kind der Muttermilch sich entwöhnen, so wird man diesen Process sich langsam vollziehen lassen, indem erst bei einer, später bei mehreren Mahlzeiten die Muttermilch durch Kuhmilch ersetzt wird.

Die Kuhmilch taugt eigentlich nur für die Wachsthumsverhältnisse des Kalbes, das viel rascher wächst als das Kind; sie ist reich an Albuminaten und Kalksalzen, um einem kräftigen Organ- und Knochenwachsthum zu genügen. Sie eignet sich bei geeigneter Behandlung und Zubereitung aber recht gut als Ersatz der Muttermilch. Störend ist vielfach der Umstand, dass die Kuhmilch im Magen des Säuglings zu groben Klumpen gerinnt, welche dann mitunter schwer vertragen werden. Man vermindert die grobklumpige Gerinnung durch Verdünnung entweder mit Wasser oder mit Gerstenschleim oder Haferschleim; da ihre Süße stark dabei verliert, muss man, um das Kind zufrieden zu stellen, Milch- oder Rohrzucker zusetzen. Da ersterer durchaus keine besondere Function im Organismus erfüllt, so wähle man den letzteren, weil er billig und völlig rein im Handel zu haben ist. Die Kuhmilch wird von einem gesunden Säugling vielleicht etwas weniger gut ausgenutzt als die Muttermilch, aber weit besser als von Erwachsenen (Forster, Uffelmann). Für das Wohlergehen des Kindes sind diese Unterschiede ohne Bedeutung.

Nur eines Umstandes müssen wir dabei gedenken, der nicht ohne gesundheitliche Folgen zu bleiben pflegt. Die Kinder pflegen bei der Kuhmilchernährung weit mehr an Nahrung aufzunehmen, als sie von der Mutter nahmen. Sie erlangen aus der Saugflasche weit leichter die Milch wie aus der Brustdrüse, und die Mütter verabreichen außerdem die Saugflasche viel zu oft. Nunmehr macht sich die übermäßige Zufuhr in der schlechten Ausnutzung geltend. Die Kothentleerungen werden häufig amorph und von jenem Aussehen, das der Milchkoth auch bei Erwachsenen bei großen Milchquantitäten annimmt. Eiweiß wie Fett leiden an der Ausnutzung, indes der Milchzucker oder zugesetzte Rohrzucker noch vollkommen zur Resorption gelangen. Diese etwa andauernde Überfütterung führt dann zu Diarrhöen, welche mitunter zu tiefgreifender Störung Veranlassung geben.

Man sollte bei Kindern der späteren Monate nicht vergessen, dass ab und zu nur ein Bedürfnis nach Getränken vorliegt und durchaus nicht immer Milch gereicht werden muss.

Für die jüngsten Altersstufen verdünnt man die Milch mit drei Theilen Wasser und setzt bis zu geeignetem süßen Geschmack Zucker zu. Vom dritten Monat ab gibt man Milch und Wasser zu gleichen Theilen (mit Zucker), gegen Ende des ersten Jahres erträgt das Kind die Milch unverdünnt. Es nimmt um diese Zeit bereits von anderen Speisen, Fleisch, Eier, Brot u. dgl. Wie schon früher hervorgehoben, bringt die künstliche Ernährung dem Kinde die Gefahr der Überfütterung.

Die Milch soll stets sterilisiert gegeben werden, und zwar von dem Tage an, an dem sie zum erstenmale gereicht wird. Vortrefflich eignet sich hierzu der von Soxhlet angegebene Apparat, dem die größtmöglichste Verbreitung zu wünschen ist. Anderweitige Milchconserven sind ganz entbehrlich. Die Peptonisierung der Eiweißsubstanzen scheint unnöthig und der Verdauung nicht förderlich.

Eine Unzahl von Surrogaten der Milch, Liebig's Suppe, Nestle's Kindermehl u. s. w. können allenfalls in den späteren Monaten

des ersten Jahres gereicht werden, jedenfalls nur als Zugabe oder Abwechslung mit Kuhmilch. Die künstlich mit Mehlbrei gefütterten Kinder erhalten immer zu reichlich Kohlehydrate im Verhältnis zu den übrigen Nahrungsstoffen.

Es wäre sehr erwünscht, über die quantitativen Verhältnisse der Kinderernährung genauere Angaben zu erhalten. Nach Versuchen von Cammerer, welche derselbe an einem bis zum fünften Monate mit Muttermilch ernährten Mädchen angestellt hat, sei Folgendes mitgetheilt:

Lebenstag	Gewicht in *g*	Muttermilch getrunken in *g*	Eiweiß	Fett	Milchzucker
1	3280	10	0·3	0·36	0·36
3	3110	247	7·5	8·8	9·8
9 bis 12	3150	495	15·1	17·6	18·0
31 „ 33	3670	555	16·9	19·7	20·2
161 „ 163	6100	766	23·4	27·2	27·9
357 „ 359	8900	Kuhmilch und gemischte Kost	—	—	

Im sechsten Monat genießt ein Kind etwa 1200 bis 1300 cm^3 Kuhmilch. Das Kind erzeugt für 1 *kg* Gewicht im ersten Monat 91 Cal. im Tage, ein Erwachsener nur 42, das Kind also doppelt so viel Wärme. Der Darm des Kindes muss demnach bei der Resorption auch doppelt so viel leisten als jener des Erwachsenen. Um dieser Aufgabe zu entsprechen, sind bei den Kindern die Verdauungsorgane und der Darm relativ entwickelter als in der späteren Lebenszeit. Trotzdem aber verdienen die Verdauungsorgane besondere Schonung. Die Kost des Säuglings ist die fettreichste, welche während des ganzen Lebens genossen wird; die Kohlehydrate treten sehr zurück. Von der zugeführten Spannkraft sind:

im Eiweiß	18·7	Procent
in Kohlehydraten .	28·4	„
im Fett	**52·9**	„

Der Säugling vermag von der aufgenommenen Nahrung deswegen so viel anzusetzen und rasch zu wachsen, weil man ihn unter normalen Verhältnissen warm hält, d. h. auf regulatorischem Wege die Verbrennung der Nahrungsstoffe herabsetzt, und weil er weiters nur wenig Bewegung sich verschafft.

Man darf aber deswegen nicht glauben, dass er gar keine Bewegungen machen soll. Er bedarf der Muskelübungen, um ihre Function richtig zu erfassen; daher gewähre man ihm im Bette die gehörige Freiheit und behüte ihn vor allen beengenden Röckchen und Kleidchen.

Je älter das Kind wird, desto länger währt die ununterbrochene Schlafzeit. Zwar schläft das Kind im ersten Monat reichlich an 16 Stunden, aber kaum länger als 2 Stunden ununterbrochen. Schon im dritten Monat schläft es 4 bis 5 Stunden hintereinander. Zu Ende des Jahres werden 14 Stunden Schlaf in mehreren Absätzen die Regel sein. Harnentleerung, seltener die Kothentleerung wecken das Kind vielfach aus dem Schlafe.

Neben der Ernährung kommt der Hautpflege bei den Kindern eine wichtige Rolle zu, da sie durch die beständige Unreinlichkeit die normale Beschaffenheit der Haut gefährden. Davon abgesehen: sind die Functionen der Haut eines Kindes genau die glei-

chen und für die Flächeneinheit berechnet, quantitativ dieselben wie beim Erwachsenen. Es ist die Menge der Wärme, welche durch Leitung und Strahlung beim Kinde verloren geht (relativ) für 1 *kg* bedeutender als beim Erwachsenen, weil das Kind eine verhältnismäßig große Oberfläche besitzt. Betrachtet man die Functionen für 1 cm^3 Hautfläche, so sind die Leistungen die gleichen. Zur Körperreinheit gehört weiters auch die Reinheit der Wäsche, und zwar eine scrupulöse; desgleichen eine Reinlichkeit der Spielsachen, mit denen das Kind spielt, und welche sämmtlich waschbar sein müssen.

Die Zellen des kindlichen Körpers bilden weit mehr Wärme (unter gleichen Verhältnissen) wie jene der Erwachsenen. Sie kommen daher auch leicht, wenn man sie zu sehr anstrengt, an die Grenze der Leistungsfähigkeit. Man halte ein Kind daher nicht kühl oder lasse es nicht in der Nässe liegen, es wird sich dabei leicht in seiner Eigentemperatur abkühlen und schädigen, sondern achte auf eine gleichmäßige Lufttemperatur. Ein höchst unzweckmäßiges Verfahren, das Trocknen der Windeln in der Kinderstube, bringt meist eine dumpfe Luft zustande und durch die nicht gehörig gereinigten Windeln die Gefahr der Erzeugung von Diarrhöen bei den Kleinen.

Der frischen Luft gestatte man fleißig Zutritt nach der Kinderstube, und ebenso wird man die Kinder thunlichst ins Freie lassen, an kühlen Tagen in gehöriger Kleidung, die mit Rücksicht auf die Bewegungslosigkeit des Säuglings dichter gewählt werden muss als in den späteren Jahren.

Ein gut gemeinter Unverstand oder verkappte Bequemlichkeit der Mütter gestatten den Kindern das Schreien oft bis zur Heiserkeit. Das ist dem Organismus weder förderlich noch human; forscht man bei den schreienden Kleinen nach den Ursachen, so wird man meist eine solche finden, deren Beseitigung Ruhe des Kindes herbeiführt.

Gesundheitsgefahren der Säuglinge.

Die Gesundheitsgefahren des Kindes gehen zum Theil direct von den Eltern aus, indem entweder die Entwickelung der Frucht gestört wird und die Kinder todt geboren werden, zum Theil beruhen sie auf vererbten, krankmachenden Eigenschaften oder directen Übertragungen von Krankheiten während und bald nach der Geburt.

Der Hauptsache nach sind die Gesundheitsgefahren Fehler der Pflege im weitesten Sinne und vermeidbar. Die Hygiene des Kindes hat die größte Wahrscheinlichkeit, gute Erfolge zu erzielen, für sich.

Die Gesundheitsgefahren des Kindes sind so bedeutend, wie in keinem späteren Lebensalter. Die Statistik gibt uns für die Zahl und die Art derselben nicht unwesentliche Aufschlüsse.

Die Sterblichkeit der Kinder ist im ersten Jahre eine sehr große. Die allgemeine Sterblichkeitsziffer beträgt z. B. für Bayern 31·4, nach Hinweglassung der Kinder des ersten Lebensjahres aber nur mehr 18·6 für 1000 Lebende. Unter 100 Gestorbenen sind 40·29 Kinder bis zu einem Jahre (G. Mayr).

Die Ursachen dieser hohen Sterblichkeit sind mannigfache; ein kleiner Bruchtheil der Kinder, 3 bis 4 Procent, ist todtgeboren, 11 bis 13 Procent sind zu schwäch-

liche Kinder, 71 bis 74 Procent sterben aber durch acute und chronische Krankheiten, 40 bis 70 Procent an Verdauungsstörungen aller Art. Am zahlreichsten sind die Todesfälle verhältnismäßig in Familien mit großer Kinderzahl, zahlreich unter den außerehelich Geborenen, zahlreicher jene der Knaben als die der Mädchen (namentlich Todtgeburten). Einen eminenten Einfluss übt die sociale Stellung aus. Nach Erhebungen in Erfurt starben von den Säuglingen des Arbeiterstandes 30·5 Procent, im Mittelstande 17·3 Procent, bei den höheren Ständen dagegen nur 8·9 Procent (Wolff).

Wie wir schon bei Besprechung der Ehe hervorgehoben haben, sind die Gesundheitsverhältnisse der Eltern in manchen Fällen direct ausschlaggebend für das Wohl der Kinder. Die Vererbung, beziehungsweise directe Übertragungen von Krankheiten auf das Kind sind durchaus nicht selten. Sowohl psychische Veranlagungen als psychische Defecte, Krankheiten des Gefäßsystems, Scrophulose, Tuberculose, Syphilis kann ein Erbtheil der Kinder werden.

Das Leben des Säuglings hängt außerordentlich innig mit der Vollkommenheit der Pflege zusammen, welche man ihm angedeihen lässt oder angedeihen lassen kann. Man gebe sich nicht dem Gedanken hin, dass etwa die socialen Unterschiede der Kindersterblichkeit allein eine unabwendbare Gesetzmäßigkeit zwischen Arm und Reich darstellen. Das Schwergewicht liegt vielfach in dem Wissen und in den angenommenen Sitten und Gewohnheiten.

Die Kindersterblichkeit ist eine in den verschiedenen Staaten und Provinzen äußerst wechselnde. Es sterben von 1000 Kindern im ersten Lebensjahre nach Bodio in:

Irland	9·48	Preußen	21·77
England	15·25	Bayern	31·62
Italien	21·44	Sachsen	27·62
Frankreich	16·62	Württemberg	32·36
Österreich	25·77		

Nach den Angaben von G. Mayr sterben in Bayern in der Provinz Oberfranken von 1000 Säuglingen 24·9, in der Provinz Schwaben aber 37·5. In Preußen beträgt die Sterblichkeit, am wenigsten in Holstein mit 14·9, Hannover 15·0, am meisten in Brandenburg mit 26·4 und Hohenzollern mit 33·0 für 1000. Wir haben in Deutschland drei Centren hoher Kindersterblichkeit, Südbayern und Württemberg, die sächsische und schlesisch-böhmische Grenze und Brandenburg.

Unter vergleichbaren Verhältnissen scheint die Sterblichkeit in den Städten größer zu sein als auf dem Lande.

Nach dem Dargelegten wirken verschiedene Momente auf die Kindersterblichkeit ein, und unter diesen wahrscheinlich auch rein klimatische. Von weitaus überwiegendster Bedeutung scheinen die Verschiedenheiten der Ernährungsweise zu sein und es ist noch fraglich, inwieweit etwa die anscheinend klimatischen Unterschiede nicht durch örtlich verschiedene Gewohnheiten der Kinderernährung erklärt werden müssen. Trifft man doch nicht selten in zwei Ortschaften, die sich ganz nahe liegen und die gleichen socialen Verhältnisse aufweisen, eine ganz verschieden große Kindersterblichkeit, die sich also nur auf Unterschiede in der Kinderpflege zurückführen lässt.

Die naturgemäßeste Ernährungsweise des Säuglings besteht in der Darreichung der Mutterbrust; der beste Ersatz ist die Ammenmilch.

Wie bedeutungsvoll die Ernährung für die Gesundheit der Säuglinge ist, zeigt sich in einer Statistik von Böckh; es starben von 1000 Kindern:

	Eheliche	Uneheliche
Mit Muttermilch genährte	7·4	11·0
„ Ammenmilch „	7·7	—
„ Thiermilch „	42·1	63·2
„ Thiermilch und Surrogaten genährte	125·7	128·9

Von den Kindern, welche unzweckmäßig ernährt werden, sterben also 17mal mehr als von jenen, die an der Brust gehalten werden.

Die Erkrankungsformen der unzweckmäßig Ernährten sind Verdauungsstörungen, Diarrhöen, welche aber in einem hohen Grade in ihrem Auftreten von der Zeit beherrscht werden.

Wir haben schon früher auf diese Einflüsse hingewiesen; nach den Zahlen von Baginsky liefert der Juli in Berlin zweiundzwanzigmal so viel Darmerkrankungen der Kinder, als der Monat Februar, und ähnlich verhält es sich in vielen großen Städten. Untenstehende Zeichnung (Fig. 227) gibt graphisch die Vertheilung der Darmaffectionen auf die einzelnen Monate.

Diese Sommerdiarrhöen (Cholera infantum) beruhen offenbar nicht auf einheitlicher Ursache. In den meisten Fällen dürften wohl Bacterien, die mit der Nahrung (Milch, Mehlbrei) aufgenommen werden und im Sommer Gelegenheit haben, besser in der Milch zu wachsen als in den Wintermonaten, die Ursache abgeben, bisweilen werden sie wohl auch eingeathmet, weil ja auch Kinder an der Mutterbrust von gefährlichen Diarrhöen befallen werden; endlich mögen vielleicht auch andere Formen der Verdauungsstörungen derartige Symptome hervorrufen. Wir haben schon oben in der Sterilisierung die Mittel zur Abwehrung der Mehrzahl der Fälle angegeben. Man muss dabei aber daran denken, dass die Diarrhöen nicht immer sofort nach Abgabe sterilisierter Milch verschwinden, weil mitunter die in dem Darmcanal anhaftenden Keime oder jene in dem Magen befindlichen auch die sterile Milch zu inficieren vermögen. Angeblich sollen Ausspülungen des Magens, ehe man sterile Milch reicht, von Vortheil sich erwiesen haben.

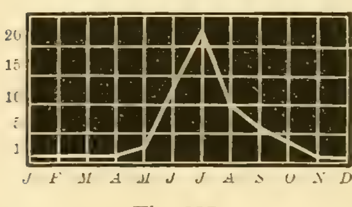


Fig. 227.

Bisweilen findet bei den Kindern eine Infection mit dem Soorpilz statt. Er entwickelt sein Mycel auf der Zunge, der Schleimhaut der Wange und stört das Kind im höchsten Grade. Zu seiner prophylaktischen Bekämpfung gehört Reinlichkeit. Nach dem Trinken wird den Kindern mit einem vollkommen reinen Läppchen der Mund ausgeputzt. Diese Läppchen dürfen aber nach dem Gebrauch nicht aufbewahrt oder in Wasser gelegt werden, um sie wieder zu verwenden.

Eine gefährliche Erkrankung der Kinder, die bis ins späte Leben unheilvoll nachwirken kann, ist die Rhachitis. Sie entsteht entweder durch eine ungenügende Kalkmenge in der Nahrung oder durch eine ungenügende Resorption von Kalk bei bestehenden Diarrhöen, nicht aber durch die Resorption von Milchsäure u. dgl.

Die Kindheit vor dem Schulbesuch.

Nach Ablauf des ersten Lebensjahres bis zu dem schulpflichtigen Alter (sechstes bis siebentes Jahr) entwickeln die Kinder ihren Geist wie Körper bei richtiger Pflege in hohem Grade, wenn schon das stürmische Wachsthum des ersten Jahres nicht mehr erreicht wird.

Das Wachsthum kann nach folgenden Werten beurtheilt werden (Benecke):

Alter	Gewicht in Kilogramm männlich	weiblich
Geburt	3·2	3·1
Erstes Jahr	9·0	8·6
Zweites „	11·5	11·0
Drittes „	12·7	12·4
Viertes „	14·2	14·0
Fünftes „	16·0	15·7
Sechstes „	17·8	16·8

Während das Kind zu Beginn des zweiten Jahres etwa 70 *cm* misst, hat es zu Ende des dritten 87 *cm* und zu Ende des sechsten 105 *cm* erreicht. Freies Spiel und Bewegung soll neben einer zweckmäßigen Ernährung das Wachsthum und die Ausbildung des Kindes fördern.

In seiner Ernährung geht das Kind mehr und mehr zur gemischten Kost über, obwohl noch bei vielen bis zu dem schulpflichtigen Alter die Milch mit Recht als Nahrungsmittel vorherrscht. Auch in diesem Alter werde die Milch nur gekocht verabreicht.

Die Quantität der nothwendigen Nahrungsstoffe ist noch nicht genau bekannt. Mittelzahlen von Cammerer, Uffelmann, Hasse ergeben:

Kindergewicht	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat
4	18	24	31
12	45	36	131
16	57	44	165

Der Kraftbedarf beträgt und vertheilt sich nach Rubner folgendermaßen:

Kindergewicht in Kilogramm	Gesammtmenge der Cal. in 24 Stunden	Cal. als Eiweiß	Fett	Kohlehydrat
4·0	368	18·7	52·9	28·4
11·8	966	17·4	31·5	51·1
16·4	1213	17·7	30·9	51·4

Die reichliche Zugabe von Milch zur Kost macht die Kost der Kinder also sehr fettreich; sie enthält aber weniger davon als die Kost der Säuglinge.

Die Gefahren für die Gesundheit der Kinder sind auch dort, wo sie einer wohlmeinenden Pflege unterliegen, noch groß. Die verschiedenartigsten Infectionskrankheiten: Scharlach, Masern, Diphtherie und Croup, Keuchhusten, beginnen nun ihre Ernte unter den Kleinen abzuhalten; die Todesfälle durch Verdauungskrankheiten treten aber mehr zurück.

Die öffentliche Fürsorge für Kinder.

Die öffentliche Fürsorge hat in der Beschützung der Kinder ein großes Feld ihrer Thätigkeit. Die erste Pflicht ist, das Surrogat der Muttermilch, die Kuhmilch, in unverfälschtem Zustande der Bevölkerung

zu überliefern. Die Milchcontrole hat nach dieser Richtung die weittragendste Bedeutung. Gefördert kann die Verabreichung guter Milch durch die Milchcuranstalten werden, in denen brauchbare Kindermilch abgegeben wird.

Weitaus die größere Wichtigkeit hat die von Soxhlet angebahnte Verbreitung der Erkenntnis, dass einem Kinde nur sterile Milch zu reichen ist; durch die Sterilisierung werden die Hauptgefahren der Infection vermieden und eine selbst ungesunde Milch (soweit sie noch Marktware sein kann) in eine unschädliche Beschaffenheit übergeführt. Die Zwecke der Sterilisierung werden sich aber nur erreichen lassen, wenn auch außerdem auf die Reinlichkeit der Verpflegung des Kindes thunlichst hingewirkt wird.

Es würde sich als eine Aufgabe öffentlicher Wohlthätigkeit empfehlen, wenn für Minderbemittelte, ähnlich wie die Speisen in den Volksküchen, gute und sterilisierte Milch zu einem billigen Preise abgegeben würde. Man kann ja nicht erwarten, dass in jeder ärmeren Familie ein Milchkochapparat gehalten werde; auch ist der Zeitaufwand zur Herstellung gekochter Milch oft unangenehm empfunden worden.

Der größte Theil der unehelich geborenen Kinder wird von den Müttern zu Pflegerinnen in die Kost gegeben; man weiß zur Genüge, wie wenige solcher Kinder eine wirkliche Pflege erlangen. Die Reinlichkeit wie die Ernährung lässt alles zu wünschen übrig. Daher sterben denn auch die Kleinen meist rasch dahin, und deshalb hat man diesen Pflegefrauen auch den Beinamen der Engelmacherinnen gegeben. Hier wäre strenge Beaufsichtigung solcher Personen dringend geboten. Überhaupt sollten nur gut Beleumundete Ziehkinder annehmen dürfen.

Rein privater Wohlthätigkeit entsprangen in Frankreich im Jahre 1844 die nunmehr viel verbreiteten Krippenanstalten (Crêches), in Deutschland haben sie sich nur wenig eingebürgert. Die Krippenanstalten sind dazu bestimmt, während des Tages den Arbeiterinnen die Last der Kinderpflege abzunehmen. Des Morgens wird das Kind an die Krippenanstalt abgeliefert und Abends abgeholt. Leider werden die Anstalten aber nicht so sehr besucht als man denken möchte. Den Frauen ist vielfach die Reinlichkeit der Wäsche, welche die Krippenanstalten fordern, zur Last, und ferner will ein Theil der Mütter bei der Ablieferung und dem Abholen des Kindes die Brust nicht reichen. Bisweilen wird auch die ungünstige Lage mancher Krippenanstalten mit Recht angeschuldigt.

Die Findelanstalten sind bestimmt, verlassene Kinder oder solche, welche ihre Eltern verloren haben und vollkommen subsistenzlos sind, aufzunehmen Niemals kann ein Findelhaus die mütterliche Pflege ersetzen, ja nicht zu selten sind die gewährten Mittel des Staates oder einer Gemeinde so dürftig und die Beaufsichtigung der Pflegerinnen so gering, dass die betrübendsten sanitären Zustände sich entwickelt haben.

In manchen Ländern, z. B. in Italien, werden in den Findelanstalten die Kinder vielfach mittelst der Winde aufgenommen. Die Person, welche ihr Kind der öffentlichen Fürsorge zuweisen will und sich ihres Mutterrechtes begibt, legt das Kind in eine Drehlade. Diese wird von den Bediensteten des Findelhauses gedreht und so gelangt das Kind, ohne

dass die Überbringerin gesehen wurde, in die fremde Obhut. Das Kind kann also manchmal auch von Personen stammen, welche die Unterhaltung und Pflege des Kindes hätten leisten können. Man sagt, die Drehlade und die Leichtigkeit, mit welcher die außerehelich Gebärende ihr Kind los werde, begünstige den Leichtsinn und die Unsittlichkeit und gebe selbst zur Verletzung der Elternpflicht durch Verheiratete Anlass. Ob durch das Bestehen solcher Findelhäuser mit unbeschränkter Aufnahme Fruchtabtreibung und Kindestödtung verhindert werden, wie man angibt, ist nicht genügend aufgeklärt.

Die Findelhäuser haben ihren humanen Zweck wahrer Kindespflege nicht immer erreicht, weil sie überfüllt, die Pflegeeinrichtungen ungenügend und die sanitären Verhältnisse der Anstalten betrübende waren. In Paris starben von Kindern in elterlicher Erziehung 18 Procent, von den Findelhauskindern 66 Procent, in Moskau 79 Procent. In Wien starben 1866 noch 76 Procent, durch Verbesserung sanitärer Zustände 1878 nur mehr 46 Procent.

Die Findelanstalten bedürfen einer viel weiter gehenden Beaufsichtigung durch den Staat als bisher, wenn sie segensvoll sein sollen.

Die den Findelanstalten entwachsenden Kleinen werden häufig Pflegerinnen auf dem Lande gegen eine kleine Geldentschädigung überlassen.

An dieser letzteren wollen die „Zieheltern“ natürlich auch noch wesentlich profitieren, kein Wunder, dass dann für die wirklichen Bedürfnisse des Pfleglings nahezu nichts übrig bleibt. Diese Art der Verpflegung hat vor jener, welche die sogenannten Engelmacherinnen den Säuglingen angedeihen lassen, nur das voraus, dass diese älteren Pfleglinge einer schlechten Pflege etwas schwieriger unterliegen. In manchen Orten (z. B. in Berlin) hat man aus eigener Initiative das Haltekindersystem wesentlich gebessert. Unter Mitwirkung human gesinnter Personen der verschiedensten Stände, bei vorsichtigster Wahl der Pflegestellen, Controle der Gesundheit der Haltekinder haben sich die Mortalitätsverhältnisse der letzteren bedeutend gebessert.

In manchen Fällen werden die dem Findelhause entwachsenden Kleinen den Waisenhäusern übergeben und finden dort nicht nur Pflege und Wartung, sondern auch den geeigneten Unterricht, um für das Leben ihr Fortkommen zu ermöglichen.

Man muss anerkennen, dass wir in Deutschland ganz vorzügliche Musteranstalten dieser Art besitzen, in welchen den Kindern alles geboten wird, was die nichtmütterliche Pflege bieten kann.

In den großen Städten ist durch weise Fürsorge den Müttern, welche in dem eigenen Haushalt entweder viel zu arbeiten haben oder welche sich in den Fabriken aufhalten, in den Kinderbewahranstalten Gelegenheit gegeben, Kinder von 2—7 Jahren den Tag über zur Pflege zu geben. Sie bestehen in Deutschland schon lange und wurden bereits im Jahre 1827 durch Ministerialverfügung in Preußen besonders empfohlen. Die Ortsschulbehörde soll diese Anstalten überwachen. Die Kinder werden in diesen Anstalten auch vorbereitend unterrichtet, aber leider wird auf die körperlichen Übungen zu wenig geachtet. Schon im Jahre 1859 musste in Frankreich darauf aufmerksam gemacht werden, in den salles d'asile weniger auf Kenntnisse, als auf gesunde Entwickelung zu sehen. Die Kleinkinderbewahranstalten leiden

vielfach an zu großer Raumbeschränkung. Im Jahre 1855 hat man in Frankreich das Mindestmaß des Luftcubus auf 2 m^3 festgesetzt. Die sanitären Anforderungen müssten aber sowohl in dieser wie in noch anderer Beziehung weit höher gestellt werden und eine bessere Überwachung dieser Locale stattfinden.

Den Kinderbewahranstalten nahestehend sind die Kindergärten, die gleichfalls Kinder von 2 bis 5 oder 6 Jahren aufnehmen. Sie stellen sich nach dem Vorgange Fröbel's die Aufgabe, die Sinne der Kinder thunlichst zu wecken und auszubilden. Es wird die Lust am Spiel und der Thätigkeitstrieb des Kindes benutzt, um ihm Aufmerksamkeit, Ordnungsliebe, Geschicklichkeit beizubringen. Die Kinder sind möglichst frei und ungebunden, sie sitzen nur, wenn Geschichten erzählt oder Bilder gezeigt werden; und auch dabei können sie nach Belieben fragen und reden. Sind sie verständiger, so üben sie sich im Thonmodellieren, Flechten, Stäbchenlegen, Gesang u. s. w. Im Sommer halten sich die Kinder thunlichst im Freien auf, im Winter in geeigneten Räumen.

Spielplätze für Kinder haben in den großen Städten eine wesentliche Bedeutung; oft bilden sie für die Kleinen die einzige Möglichkeit, die frische Luft zu genießen. Es sollten solche Plätze nur so angelegt werden, dass sie wirklich staubfreie Luft gewährleisten; also umgeben von Rasen und der Boden bedeckt mit nicht stäubendem Material (s. Stadtanlagen).

Drittes Capitel.

Die Schulen.

Körperentwickelung und Nahrungsbedarf.

Die Schule soll in systematischer Weise dem Menschen die zur Erlernung seines Lebensberufes nothwendige Vorbildung verschaffen; um die spätere Wahl des Berufes zu erleichtern, wird der letzteren eine möglichst breite Basis gegeben. Die Schule widmet sich dieser ihrer Aufgabe in der Regel allzu ausschließlich und ohne Rücksicht auf die gleichzeitig nöthige körperliche Ausbildung der Jugend. Gerade auf die harmonische Ausbildung von Körper und Geist würde das Schwergewicht der Erziehung zu legen und in derselben für den Staat wie für den Volkswohlstand die wertvollsten Ergebnisse zu suchen sein. Der heranwachsende Mensch mit guter geistiger Ausbildung, aber gebrechlichem Körper ist den Mitmenschen zur Last.

Die Klagen über unser Schul- und Erziehungssystem sind schon alt und bereits von Peter Frank zu Anfang dieses Jahrhunderts, mit größtem Nachdruck aber zuerst von Lorinser 1836 erhoben worden (Erismann); aber nicht im Entferntesten hat man sich bemüht, die Übel zu beseitigen, vielmehr wurden von Jahr zu Jahr die Anforderungen der sogenannten geistigen Ausbildung nur immer wachsende.

Den unermüdlichen Bestrebungen, die einzelnen Schäden der Schulen ziffermäßig klar zu legen, ist es endlich seit einer kurzen Reihe von Jahren gelungen, die Überzeugung von der Nothwendigkeit einer Reform, namentlich der Mittelschulen, in allen Betheiligten wachzurufen.

Die Behandlung des Kindes und der heranwachsenden Jugend durch die Schule darf auch der physiologischen Entwickelung des Organismus kein Hindernis bereiten.

Über die körperliche Entwickelung, wie sie thatsächlich während des schulpflichtigen Alters gefunden wird, geben Messungen von Kotelmann für männliche Individuen Aufschluss:

Jahr	Körperlänge	Brust-umfang	Jährl. Zuwachs der Länge	Körpergewicht	Jährl. Zuwachs des Gewichts	Vitalcap. in cm^3
6.	105	—	—	—	—	—
9.	228·6	60·7	–	25·5	—	1771
10.	130·7	62·5	2·17	26.9	1·4	1865
11.	135·0	63·9	4·31	29·2	2·4	2021
12.	139·9	65·8	4·85	32·2	3·2	2177
13.	143·1	67·1	3·18	34·0	1·9	2270
14.	148·9	71·1	**5·79**	39·0	**5·2**	2496
15.	154·2	75·2	**5·31**	43·6	**4·9**	2758
16.	161·6	78·4	**7·46**	49·3	**6·0**	3253
17.	166·9	82·2	**5·25**	54·0	**4·9**	3554
18.	168·4	83·6	1·49	57·3	3·5	3686
19.	166·9	84·7	1·53	58·8	1·5	3891
20.	167·2	85·7	0·33	60·4	1·7	3927

Für das weibliche Geschlecht stehen uns für deutsche Verhältnisse keine verwertbaren Zahlen zu Gebote. Vom 14. bis 17. Jahre findet ein starkes Wachsthum und Gewichtszunahme zu gleicher Zeit mit der Entwickelung der Pubertät statt.

Die Werte Kotelmann's beziehen sich auf das Hamburger Gymnasium. Es ist erwiesen, dass an den Volksschulen, welche von den minder bemittelten Classen besucht werden, die Wachsthumsverhältnisse weniger günstige sind. Schon Vierordt hat gezeigt, dass die Kinder ärmerer Classen an Länge und Gewicht geringer sind, als die gleichalterigen Vermöglicher. Das Gleiche haben die Untersuchungen der dänischen und schwedischen Schulprüfungscommission dargethan. Diese Thatsache lehrt uns auch die Möglichkeit, durch Verbesserung der Ernährungsverhältnisse den Schäden der Schule entgegenzuwirken.

Die Jugend ist die Zeit der Unruhe und Beweglichkeit; der Körper bedarf der Muskelthätigkeit, um alle Muskelgruppen gleichmäßig auszubilden. Der großen Beweglichkeit entspricht das lebhafte Nahrungsbedürfnis, das Verlangen nach ausreichendem Schlafe und die Tiefe des Schlafes.

Die Ernährungsverhältnisse der heranwachsenden Jugend sind uns durch directe Versuche noch nicht genügend bekannt. Nach Angaben von Cammerer und S. Hasse kann man als Nahrungsverbrauch für den Tag ableiten:

Körper-gewicht	Eiweiß	Fett	Kohlehydrat	Wärmewert in Cal	Die Wärme beträgt in Procenten Eiweiß	Fett	Kohlehydrat.
24	62	43	215	1411	16·5	26·0	57·4
31	76	71	236	1784	16·1	34·0	49·9
40	86	89	271	2106	15·4	36·1	48·4
50	54	44	409	2472	—	—	—
60	106	50	461	2792	—	—	—

Wir haben für das Körpergewicht 50 und 60 *kg* nach den früher gegebenen Grundsätzen den Stoffverbrauch unter der Annahme, dass die jungen Leute sich der Ernährung der Eltern anschließen, berechnet.

Das Schulkind lebt im Wesentlichen von gemischter Kost, aber doch in der ersten Zeit unter Zugabe reichlicher Mengen von Milch. Die Kost ist also reich an Fett. Späterhin schließt es sich aber mehr und mehr den Gewohnheiten oder dem Triebe der Erwachsenen an. Die oben mitgetheilten Zahlen von Cammerer und Hasse entsprechen den Kindern wohlsituierter Eltern; bei den ärmeren Bevölkerungsclassen dürfte vermuthlich die Eiweißzufuhr etwas bescheidener sich gestalten.

Bei der großen Menge von Nahrungsstoffen, welche die Kinder verzehren müssen, ist es zweckmäßig, denselben fünf Mahlzeiten zu gestatten, aber unnöthig, über dieses Maß hinauszugehen. Die alkaloidhaltigen wie alkoholischen Genussmittel sollen thunlichst in den späteren Jahren erst zugänglich gemacht werden. Zur normalen Nahrungsaufnahme gehört eine genügende Zeit; leider wird dieselbe durch sinnlose Schuleinrichtungen oft auf ein unzureichendes Minimum beschränkt. Da in der Schule ab und zu der Appetit leidet, muss das Kind wie der heranwachsende Schüler aufmerksam überwacht werden, ob die Essenslust eine genügende ist.

Da das schulpflichtige Lebensalter eine Periode kräftigen Wachsthums umfasst, so bedarf der Mensch um diese Zeit einer reichlichen Bewegung im Freien; denn die volle typische Entwickelung der Körperproportionen ist bedingt durch eine zweckentsprechende gleichmäßigung Benutzung der Gliedmassen

Die Körperpflege soll in erster Linie die Reinheit der Haut erstreben; diese ist durch fleißiges Baden, während der Sommermonate durch Schwimmübungen zu unterstützen. Die kalte Waschung des Morgens hat weniger Bedeutung als Abhärtung, als den Zweck raschen Wachwerdens. Die Kleidung soll den Temperaturverhältnissen entsprechend gewählt werden, und das unsinnige Entblössen nackter Hautstellen, wie es selbst bei Halberwachsenen noch beobachtet wird, vermieden werden.

Die in manchen Schulen eingerichteten Schulbäder, theils Vollbäder, theils Brausebäder sind äußerst zweckmäßig und verdienen thunlichst weitere Verbreitung.

Schädigende Einflüsse der Schule.

Die Schulzeit bringt einen schroffen Umsturz der bisherigen Gewohnheiten des Kindes; an Stelle eines häufigen Aufenthaltes im Freien und der Freude am harmlosen Spiel tritt nun plötzlich der Aufenthalt

in der Stube mit schlechter und staubiger Atmosphäre, das erzwungene Stillsitzen auf harten, unzweckmäßigen Bänken, die gespannte Aufmerksamkeit bei Ausführung der Schularbeiten. Gemüthsaffecte treten auf, der Ehrgeiz wird angespornt, Furcht vor Strafe, Neid, melancholische Stimmungen ändern die bisherige Harmlosigkeit der kindlichen Seele.

Die Wirkung der Schule ist nicht mit den Schulstunden erschöpft; an die Schule reihen sich die Hausarbeit, die Nachhilfe in diesem oder jenem Fach und freiwillige Arbeit. Die Schule nimmt vielfach fast die ganze Zeit des Wachseins gefangen, um schließlich selbst auf Kosten normalen Schlafes sich auszudehnen.

Wenn wir nun im Folgenden von den Schäden, die gesundheitlich die Schule bereitet, sprechen, so haben wir keineswegs nur die unmittelbaren Folgen des Aufenthalts im Schulzimmer selbst im Auge, sondern den Einfluss des ganzen Systems.

Die ersten Störungen der Gesundheit machen sich bei einem großen Theil der Kinder sofort mit dem Besuch der Schule geltend.

Die frische Gesichtsfarbe weicht der Stubenfarbe, der Appetit nimmt ab, das Fettpolster wird welker, der Schlaf unruhig, die Kinder werden reizbar. Diese einleitenden Wirkungen der Schulkrankheiten halten sich bei vielen Schülern als Bleichsucht u. dgl. mit wechselnder Intensität durch die ganze Schulzeit hindurch (bei 3 bis 5 Procent der Schülerzahl).

Der Schulzeit zugeschoben werden gewisse Circulationsstörungen (active und passive Hyperämien); das fassbarste Symptom ist der Kopfschmerz, an welchem in der That nicht selten ein wesentlicher Bruchtheil der Schüler an Realgymnasien, an humanistischen Gymnasien wie an den meisten Schulen leidet; ätiologisch steht derselbe theils mit Überanstrengung (Becker, Kotelmann), der gebückten Haltung beim Schreiben, mit schlechter Lüftung der Schullocalitäten (Becker) in Zusammenhang. Auch der Schüler Nasenbluten hängt mit den Kopfcongestionen zusammen; die einzelnen Classen zeigen in der Häufigkeit des Übels gewisse Schwankungen. An habituellem Kopfschmerz und Nasenbluten zusammengenommen dürfte schätzungsweise etwa ein Fünftel der Schüler leiden.

Die beim Schreiben durch unzweckmäßige Einrichtung der Bänke und durch die Schiefschrift erzwungene oder selbst gewählte schlechte Haltung ist imstande, eine dauernd seitliche Krümmung und Verbiegung der Wirbelsäule, die Skoliose, hervorzurufen. Die Verkrümmungen beginnen während der Schulperiode und entsprechen genau der fehlerhaften Haltung, welche die Kinder beim Schreiben so häufig festhalten (Guilleaume, Fahrner, Frey, Schildbach).

Fig. 228 zeigt uns diese. Die rechte Schulter steht höher als die linke, das Schulterblatt hebt sich flügelförmig ab, das Rückgrat bildet einen nach rechts convexen Bogen. Wie das Äußere des Kindes sich ändert, so werden auch die inneren Organe gedrückt und geschädigt. Die Mädchen erkranken viermal so häufig als die Knaben, und zwar beginnt die Skoliose wesentlich während der Periode eines gewissen Stillstandes des Längenwachsthums (Hertel, Axel Key). Die Häufigkeit der Skoliose wird von Manchen arg überschätzt; wenn man nicht jede geringfügige Abweichung der Wirbelsäule als pathologisch auffasst, werden sich etwa 1 bis 2 Procent Skoliotische unter den Schülern und Schülerinnen finden (Axel Key.) Es wäre sehr bedeutungsvoll, Messungen über die Hochgradigkeit der sich entwickelnden Skoliosen zu besitzen.

Die angestrengte Thätigkeit des Auges in der schulpflichtigen Zeit, also während der fortschreitenden Entwickelung, wird diesem Organe durch die Entwickelung der Kurzsichtigkeit, Myopie, gefährlich. Doch trägt da nicht allein die Schule und die schlechte Beleuchtung in diesen

Localitäten die Schuld, sondern ebensosehr die Hausarbeit, bei manchen die Sucht des Viellesens; ferner ist von Bedeutung schlechte Haltung beim Lesen oder zu große Annäherung des Buches an das Auge, endlich die ungeeignete Beschaffenheit der Bücher nach Druck und Farbe des Papiers. Freilich ist die Schulzeit von Wichtigkeit, weil während derselben durch den Zwang des Lehrers und ohne Rücksichtnahme auf das Kind das Auge angestrengt werden muss. Wir haben schon früher dargelegt, wie eine schlechte Beleuchtung zur Änderung des Refractionszustandes Veranlassung gibt. Die Zunahme



Fig. 228.

der Myopie mit den Jahren, die man in der Schule zuzubringen hat, zeigen die Zahlen von Cohn:

Es sind Myopische in den Dorfschulen	1·4	Procent
in städtischen Elementarschulen . .	6·7	"
" höheren Töchterschulen	7·7	"
" Mittelschulen	10·3	"
" Realschulen	19·7	"
" Gymnasien	26·2	"

Die Angaben von Cohn sind durch zahlreiche andere Untersuchungen (Erismann, Koppe, Conrad u. s. w.) bestätigt worden.

Wie Griesinger zuerst ausgesprochen hat, bestünde in vielen Fällen von Psychosen die Vermuthung, dass die Schule durch die mannigfachen Überanstrengungen und Erziehungsfehler als die directe oder mehr indirecte Ursache anzusehen ist (Günther, Lähr). Von Seiten der meisten Irrenärzte wird eine ursächliche Beziehung von Psychosen und Schule aber ganz bezweifelt; die vorkommenden Fälle in dieser Zeit beziehen sich auf hereditäre Belastung oder sind Begleiterscheinungen der Pubertät und verlieren sich mit Erreichung derselben. Die Schüler-

selbstmorde, die in den letzten Jahren vorgekommen sind, scheinen nur eine unter dem Einfluss des Zeitgeistes modificierte Äußerung der Psychose.

Die Schule bietet zur Verbreitung der verschiedensten contagiösen Krankheiten bei dem innigen Verkehr der Schüler untereinander die reichlichste und gefährlichste Gelegenheit. In der Regel halten mit dem Schulbesuch der Kinder in die Familien auch die so sehr gefürchteten Gäste, wie Masern, Scharlach, Diphtherie, Keuchhusten ihren Einzug, vielleicht auch bei dem schlechten Reinlichkeitszustand, in welchem der Fußboden der Schulen sich befindet, die Tuberculose und Scrophulose. Die Schule spielt in der Verbreitung von Epidemien durchaus keine untergeordnete Rolle. Die große Häufigkeit der Ansteckungen bei dem Schulbesuch hat allmählich zu der Gewohnheit geführt, dass man diese Infectionsgefahren für ganz unvermeidbar hält und sich ruhig in das Geschick, dass solche Krankheiten das Kind durchmachen muss, ergibt.

Es ist dies durchaus unzutreffend, und jedenfalls müssen alle Anstalten getroffen werden, die Krankheitsverbreitung auf dem Wege der Schule thunlichst einzuschränken.

Die Schule ist nicht nur eine Gefahr für die sie besuchenden Kinder, sie ist eine Gefahr für die noch nicht die Schule besuchenden Geschwister und die ganze Familie.

Die gesundheitliche Bedeutung der Schule in ihrem ganzen Umfange haben in jüngster Zeit erst die dänische und die schwedische Schulcommission voll zu schätzen gelehrt. Man hat dabei von den acuten Erkrankungen der Kinder, die doch sicherlich auch auf der Infection in der Schule beruhen können, ganz abgesehen und nur jene Symptome und Erkrankungen gezählt, die wir oben als für die Schule häufig wiederkehrend nannten: Bleichsucht, Nasenbluten, Nervosität, Appetitlosigkeit, Kopfschmerz, Augenkrankheiten, Kurzsichtigkeit, Rückgratsverkrümmung, Scropheln.

Die dänische Commission hat den Gesundheitszustand von über 17.000, die schwedische den von über 11.000 Schülern im Alter von 7 bis 20 Jahren untersucht. Die schwedische Commission fand im Durchschnitt 44·8 Procent der Kinder und jungen Leute leidend (inclusive der Myopen). Freilich kann man einwenden, man wisse nicht, wie es mit der Gesundheit der betreffenden Kinder und jungen Leute bestellt gewesen wäre, wenn sie die Schule nicht besucht hätten. Aber wenn man die Ergebnisse an einzelnen Schulen, die zwischen 20 und 70 Procent Kranken schwanken, betrachtet, so wird man zugeben müssen, dass eine Kränklichkeitsziffer von 44·8 Procent im Mittel nicht der natürlichen Entwickelung entsprechen kann. Noch überzeugender aber spricht für den Einfluss der Schule auf die Verschlechterung der Gesundheit die sowohl in Schweden wie Dänemark sich ergebende Thatsache, dass die Kinder im ersten Schuljahre noch verhältnismäßig wohl sind, im zweiten aber eine rapide Zunahme der Krankheitssymptome aufweisen. Die Mädchen scheinen eine größere Krankenzahl zu liefern wie die Knaben (Hertel). Die sociale Stellung der Eltern wirkt wesentlich auf die Ge-

sundheitsverhältnisse zurück: die Kinder Bessersituierter sind gesünder als die armer Eltern. Um einen kleinen Überblick über die statistischen Erhebungen zu geben, sei nachfolgend die Procentzahl kranker Schüler (ausschließlich der Myopen) für die Mittelschulen und die vorbereitenden Schulen Stockholms mitgetheilt, und zwar geordnet nach dem mittleren Lebensalter der Zöglinge:

Mittleres Alter	Kranke in Procent	Mittleres Alter	Gymnasium	Realgymnasium
7·8	17·6	—	—	—
8·9	36·7	14·3 bis 14·6	37·4	32·9
10·0	33·8	15·4 „ 12·7	36·6	26·7
10·8	40·6	16·5 „ 16·6	34·7	25·8
11·3	34·4	17·6 „ 17·6	38·0	31·7
12·3	37·6	18·3 „ 18·7	40·5	33·6
13·4	38·0	19·4 „ 19·5	36·9	38·6

Besonders bedeutungsvoll erscheinen uns die hohen Zahlen an den Gymnasien zu sein, zumal es sich dabei fast durchwegs um junge Leute handelt, deren sociale Zustände der Erhöhung der Krankheitsziffer entgegenwirken. Ein Vergleich der letzteren mit den Zahlen für das Körperwachsthum deutet darauf hin, dass die schwächere Entwickelungsperiode, welche der Pubertätsentwickelung vorangeht, auch die Widerstandskraft des Organismus gegenüber schädlichen Einflüssen herabsetzt.

Während der Pubertätsperiode, in welcher das Bewusstsein der Kraft wie diese selbst sich mehr und mehr ausbildet, sinkt die Morbidität und erreicht in dem letzten Jahre dieser Periode ihr Minimum, auch im Vergleich zu den nun folgenden Jahren.

Die Überbürdungsfrage.

Während man die Klagen über den körperlich ungenügenden Zustand unserer Jugend nur selten vernimmt, ist die Klage über die geistige Überbürdung und Belastung eine allgemeine und bis in die letzten Jahre immer lauter geworden. Sie rührten früher wesentlich von den Eltern und Ärzten her; doch haben sich auch die Pädagogen immer mehr von der Richtigkeit der Anschuldigungen überzeugen lassen.

Freilich sei damit nicht gesagt, dass alle Klagen über die Belastung durch die Schule berechtigt seien; der Zudrang namentlich zu den Mittelschulen führt diesen Kräfte zu, welche den Anforderungen geistig eben nicht genügen können. Aber auch abgesehen davon besteht in vielen Fällen keine wirkliche Überlastung.

Die Zeit der Schüler wird in manchen Schulen aber in ungebürlicher Weise, welche jedwede gesunde körperliche Ausbildung des Körpers schädigt, in Anspruch genommen. In den schwedischen Mittelschulen beträgt die obligatorische Arbeitszeit für Kinder von 7 bis 10 Jahren 6·2 bis 7·2 Stunden täglich (nach Ausschluss der Turnstunde) und steigt in den höheren Classen der Gymnasien bis 10·5 Stunden. Hierzu kommt noch die Zeit für die Turnübung, wodurch dann im letzteren Falle täglich über 11·5 Stunden obligat belegt sind.

Die für die Hausarbeit nothwendige Arbeitszeit ist gleichfalls bedeutend und, weil die Arbeiten ja bestimmt fixiert werden, als obligatorisch zu betrachten. Die schwedische Commission fand für die sieben- bis zehnjährigen Schüler täglich 1·2 bis 1·5 Stunden, für die unteren Classen des Latein- und Realgymnasiums 3 Stunden, für die obersten über 5 bis 5·5 Stunden.

Leider hat die Belastung der Zeit der Schüler damit nicht ihren Abschluss erreicht, da manche der Schüler Unterricht im Hause erhalten oder selbst an Jüngere Unterricht ertheilen, so dass die minimale Freizeit vollkommen beseitigt wird. Wie sehr diese Überlastung der Gesundheit der Jugend abträglich ist, ergibt sich aus dem Umstande, dass überall dort, wo die Arbeitszeiten sehr bedeutende sind, auch der Gesundheitszustand der Schüler ein geringerer ist.

Die Überlastung führt dazu, dass dem Kinde, wie den jungen heranwachsenden Personen, der Schlaf, das wichtigste Regulationsmittel unserer Kraft, durch die Schule entrissen wird. Was soll man sagen, wenn man in den oberen Classen der Gymnasien Schüler findet, die sich ab und zu mit einer Schlafzeit von 4 bis 5 Stunden genügen lassen müssen, und wenn das Gesammtmittel der Schlafzeit aller im 17. bis 20. Jahre Stehenden nur 7 Stunden beträgt? Man wird sich unschwer eine Vorstellung machen können, mit welcher Lust und geistigen Frische das Gehirn nach derart reducierter Ruhezeit wieder an die Arbeit geht. Darin liegt eben ein Hauptnachtheil der beständigen Überhäufung mit Lehrstoff und der Ausdehnung der Arbeitszeit, dass man bei der Dehnung über die physiologische Grenze hinaus auch für 1 oder 2 Stunden Mehrarbeit nur eine äusserst dürftige Größe der geistigen Leistung erhält. In welcher Willensanstrengung erschöpfen sich die jungen Leute, um nur die Aufmerksamkeit zu concentrieren?

Die Arbeitszeit ist also entschieden zu lang, und doch sind die geistigen Ergebnisse dieser Anstrengung, die mit Benachtheiligung der Gesundheit erkauft werden, äußerst geringe.

Das Wissen wird zur Vielwisserei; eine Unsumme von Thatsachen müssen dem Gedächtnis eingegraben werden. Aber das Wissen allein ist nicht Gewinn. Das Erlernte soll geistig verarbeitet werden können, die Wege gangbar gemacht werden, auf welchen das Wissen jederzeit verwertet werden kann. Nur dadurch gewinnt es die höhere Bedeutung für das Leben. Das encyklopädische Wissen unterdrückt die wahre Verstandesthätigkeit; das Schätzenswerte der letzteren besteht nicht in der Combination der dem Gedächtnis mühsam eingeprägten fremden Gedanken, sondern in der Eigenproduction.

Der junge Mann soll in der schulfreien Zeit Gelegenheit haben, bestimmten Neigungen zu folgen, seine Anlagen auszubilden. Nur dadurch kann eine originelle und individuelle Entwickelung erreicht werden, an der ein so entsetzlicher Mangel herrscht. Die Vielwisserei ist Scheinwissen, das die Unterschiede des wahren Talents nivelliert, und zwar durchwegs zu Ungunsten des letzteren.

Von der übermäßigen Ausdehnung der Stundenzahl für Schul- und Hausarbeit muss abgegangen und kann abgegangen werden ohne wirkliche Schädigung; es beweisen das die Ergebnisse der vielen Schulen,

welche mit geringerem Zeitaufwand arbeiten. Wie vielfach wird die Zeit der Jugend durch das sinnloseste Abschreiben, Declinieren und Conjugieren und durch widersinnige Themen in Anspruch genommen!

Es muss übrigens an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass wir in Deutschland viele Gymnasien und Realgymnasien besitzen, welche den Vorwurf der Überbürdung ganz und gar nicht verdienen. Es mag in jedem Falle besonders erwogen und geprüft werden.

Wie bereits die tägliche Arbeitszeit der Jugend schon zu sehr in Anspruch genommen ist, so können wir auch jedem Bestreben, die Ferienzeit der Jugend zu kürzen, nur bestimmtestens entgegentreten.

Durch Körperwägungen hat man während der neun Schulmonate eine gewisse Hemmung des Wachsthums, in den drei Ferienmonaten aber ein compensierendes Wachsthum nachgewiesen (Wretlind). Es beruht diese Begünstigung des Wachsthums in der freieren Bewegung, die den Kindern und jungen Leuten während der Ferien gestattet wird. Das Wachsthum ist selbst bei Kindern, die nicht in die Schule gehen, im Sommer, wo sie viel im Freien sind, größer als im Winter (Vahl).

Die Bekämpfung der Schulkrankheiten.

a) Das Schulgebäude.

Es ist Pflicht des Staates wie der Gemeinde, alles aufzubieten, was die in dem Schullocal zu acquirierenden Schäden mindert oder ganz beseitigt. Das Schulgebäude muss den Anforderungen genügen, die man an einen gesunden Wohnraum stellt. In einer sehr anerkennenswerten, zum Theil gerade mustergiltigen Weise hat das österreichische Schulgesetz vom 9. Juni 1873 die Anforderungen an das Schulgebäude zusammengefasst; in Preußen ist im Jahre 1888 durch einen Erlass des Cultusministers die Neuanlage ländlicher Schulgebäude geordnet worden.

Wir haben in Folgendem im Wesentlichen uns an das Schulgesetz halten können, allerdings mit Änderungen des dem einzelnen Schüler zuzumessenden Raumes wie der Beleuchtungsgröße.

Die Lage der Schule soll möglichst frei sein, damit nicht später durch Bebauung die Lichtmenge verringert werde und der Zugang ein leichter sei. Das Schulhaus soll auf einem trockenen Platze, nicht in der Nähe von Sümpfen und stehenden Gewässern, von Kirchhöfen, Dungstätten oder störenden gewerblichen Betrieben erbaut werden. Geräuschvolle Lage ist gleichfalls zu vermeiden. Das Schulhaus soll thunlichst in der Mitte des Schulsprengels liegen.

Der Platz muss so gewählt werden, dass genügend Raum für Spiele und Turnübungen verbleibt. 3 m^2 Bodenfläche für ein Kind ist zureichend (Varrentrapp). Baumanlagen sollen zur Sommerszeit den genügenden Schatten spenden.

Die Bauart der Schule soll solid sein; die Schulzimmer sind zu unterkellern, beziehungsweise mit einer Luftisolierung von dem Boden zu trennen. Das unterste Geschoss soll mindestens 0·8 *m* über dem Straßenniveau liegen. Die Richtung der Façade nach Norden ist bei freier Lage die günstigste für die Gleichmäßigkeit des Lichtes; doch hat die Stellung des Schulhauses nicht die große Bedeutung wie jene des Wohngebäudes.

Die Hausthüre und die Hausflur sollen, so wie die Gänge und Treppen, die hinreichende Breite haben, und zwar die Hauptgänge nicht unter 2 und die Treppen nicht unter 1·5 *m*. Sämmtliche Gänge sollen hell und nicht zugig sein, aber doch nach Bedarf jederzeit rasch gelüftet werden können.

Die Treppen müssen aus Stein oder aus Ziegeln mit Holzverkleidung hergestellt werden. Die Steigung soll 0·135 bis 0·150 *m* betragen, der zugehörige Auftritt 0·34 bis 0·41 *m* messen. Die von einem Stockwerk zum anderen führenden Treppen dürfen nicht in einem Laufe angelegt und nicht gewunden sein; sie sind mit dazwischen liegenden Ruheplätzen zu versehen und womöglich in zwei oder drei Arme zu brechen. Wo die Treppe eine freie Stelle hat, ist ein solides, hinreichend hohes und dichtes Geländer mit Handgriffen anzubringen und letzteres stets so zu gestalten, dass es von den Schülern nicht als Rutschbahn benutzt werden kann. Vor dem Eingange des Schulhauses, vor den Treppen und den Schulzimmern sollen Scharreisen oder dergleichen, zur Reinigung der Fußbekleidung dienende Einrichtungen liegen.

Das Schulzimmer soll in seinen Längendimensionen so beschaffen sein, dass auch die in der letzten Bank Sitzenden die an der Tafel befindlichen Buchstaben u. dgl. bequem lesen können. Es wird sich bei einer Buchstabengröße von 4 *cm* nicht empfehlen, die Länge der Classenzimmer über 10 *m* zu nehmen. Die Tiefe des Zimmers ist durch die Beleuchtungsverhältnisse begrenzt. Man nimmt bei einseitiger Beleuchtung an, dass die Tiefe der Zimmer 7 *m* nicht überschreiten dürfe. Jedenfalls muss jeder der Schüler von seinem Platze aus den freien Himmel sehen können.



Fig. 229.

Die Höhe der Schulzimmer soll 3·8 bis 4·5 *m* (im Lichten) betragen; die Fußböden sollen aus hartem Holz hergestellt und geölt sein; die Reinlichkeit in den Schulen muss eine weit größere werden, als sie bisher war. Die Schulzimmer sollen fleißig nass gereinigt werden: bei dem häufigen Spucken der Kinder wird die Gefahr einer Verbreitung der Tuberculose eine sehr eminente.

Der Anstrich der Wände soll, um nicht zu viel Licht zu absorbieren, blaugrau, grünlich, bläulich und giftfrei sein.

Für jeden der jüngeren Schüler ist nicht unter 1 m^2 Bodenfläche, für die oberen Classen 1·5 m^2 zu rechnen, der Luftkubus soll 4 bis 5 m^3 für die jüngeren, 6 bis 7 m^3 für die älteren Schüler bieten, angenommen, dass in der Stunde dreimalige Lufterneuerung möglich ist.

Für die Beleuchtungsverhältnisse einer Schule ist von hervorragender Bedeutung die genügende Fensterfläche, die nach Abzug aller Hemmnisse ein Fünftel der Bodenfläche betragen muss; die Fenster müssen thunlichst bis an die Decke reichen und dürfen nicht etwa durch Vorhänge u. dgl. verdeckt werden. Die Pfeiler sind abzuschrägen. Ebenso soll der freie Einfall des Himmelslichtes nicht etwa durch gegenüberstehende Häuser gehemmt sein. Der Raumwinkel, welcher das freie Himmelslicht begrenzt, soll 50° betragen, dann wird zu den üblichen Arbeitsstunden eine Helligkeit von zehn Meterkerzen erreicht. Ein Bild der seitlichen Beleuchtung eines Schulzimmers gibt uns Fig. 229. Bei einstöckigen Bauten kann sehr zweckmäßig Oberlicht in Form des Sheddaches Anwendung finden.

Die Frage, von welcher Seite das Licht einfallen soll, kann dahin entschieden werden, dass Linkslicht (oder Oberlicht) weitaus die günstigste Einrichtung darstellt; allenfalls können auch doppelseitige Fensterreihen als zulässig gehalten werden.

Von künstlichen Beleuchtungsmaterialien sind die flüssigen Leuchtstoffe, die Öl- und Petroleumlampen, wohl zu brauchen. Von Gaslicht im Allgemeinen nicht offene Flammen, weil sie nicht Ruhe genug besitzen, sondern Argandbrenner, in manchen Fällen für Zeichensäle, Demonstrationen u. dgl. Siemensbrenner und Wenhamlampen. Das Auer'sche Gasglühlicht, vorzüglich in manchen Eigenschaften, hat in seinem Brennkörper zu wenig Beständigkeit. Geeignete Reflectoren mehren die Lichtmenge wesentlich. Unter allen Beleuchtungsarten würde elektrisches Glühlicht wegen der mangelnden Luftverunreinigung die beste Beleuchtungsweise sein. Das Licht befindet sich zur Linken des Schülers etwa 1 *m* entfernt; es muss das zu betrachtende Object mit einer Helligkeit von 10 Meterkerzen versehen und darf durch Strahlung und Glanz nicht belästigen.

Die Beheizung soll, wo es an einer Centralheizung mangelt, durch Mantel- oder Thonöfen bewirkt werden; die Heizvorrichtungen müssen genügend Heizfläche besitzen, damit sie nicht zu intensiv in Anspruch genommen werden. Die Temperatur ist stets durch Thermometer zu messen, welche in Manneshöhe in dem Zimmer, geschützt vor Bestrahlung, und in allen Räumen an baulich gleichartigen Wänden (Zwischenwänden oder dgl.) angebracht sind. Die Temperatur soll 20° C. nicht übersteigen, aber auch nicht wesentlich darunter gehen, da die Bodentemperaturen sonst zu niedrige sind und Kinder mit feuchtem Schuhwerk wohl leicht frieren.

Als Centralheizung eignet sich am besten Warmwasserheizung oder Niederdruckdampfheizung mit Luftheizung verbunden, oder mit besonderer Ventilationsanlage. Im Frühjahre und Herbst würde im Wesentlichen die Luftheizung, im Winter die letztere und Warmwasserheizung fungieren.

Die Luftheizung soll befeuchtete Luft in die Zimmer führen; in der Neuzeit sind die früher oft sehr gerügten Übelstände der Luftheizungen sehr reduciert worden.

Klagen über Trockenheit der Luft werden durchgängig da erhoben, wo eine zu große Hitze in den Räumen herrscht. Dazu gibt die Luftheizung wegen ungleicher Temperaturvertheilung, ungenügender Durchwärmung der Wandungen des Zimmers und schlechter Bedienung leicht Veranlassung. Nirgends tritt die Ungeschicklichkeit und Unbrauchbarkeit eines Heizers mehr hervor, als bei der Luftheizung. Meist sind mit ihrer Wartung die Schuldiener beauftragt. Die Instructionen dieses Dienstpersonals bezüglich der ganzen Heizanlage sind ungenügend oder werden nicht verstanden; weiters wird die Heizung vielfach dadurch unterbrochen, dass der Schuldiener Besorgungen aller Art zu machen hat. Um die Feuerung nicht ausgehen zu lassen, wird in der Regel vor dem Verlassen des Hauses dann reichlichst neues Brennmaterial auf den Rost gegeben. So entstehen in der That so ungleiche Durchwärmungen der Locale, dass man die Missgunst begreift, in welche die Luftheizungen vielfach gerathen sind. Steigert sich die Hitze nun bedeutend, dann wird auch mehr Wasserdampf von der Haut abgegeben, und bei gleichzeitiger forcierter Wasserdampfabgabe des Athemorgans beim Sprechen, bildet sich die Heiserkeit aus. Die wahre Bekämpfung dieser Heiserkeit geschieht durch Regulierung der Temperatur.

Die Lüftung der Schulen ist eine dringende und wichtige Aufgabe. Die große Zahl von Schülern, bisweilen die künstliche Beleuchtung, schaffen eine Atmosphäre von ekelerregendster Zusammensetzung.

Auch in der Anhäufung der Kohlensäure drückt sich diese Luftverpestung, die wieder eine Rückwirkung auf den Schüler übt, deutlichst aus.

Nicht nur durch die Athemproducte, sondern namentlich durch den hohen Keimgehalt ist die Schulluft charakterisiert; Wolken von Staub erheben sich beim Eintreten der Schüler oder dem Verlassen des Locals.

Die Bekämpfung der Luftverunreinigungen geschieht auf zwei Wegen:

1. Die Staubgefahren können nur durch eine viel peinlichere Reinhaltung der Schulböden, als sie bisher üblich ist, beseitigt werden. Den Staub entfernt man nicht durch die Ventilation, auch wenn sie die beste ist, sondern durch Wasser und Besen. Jedenfalls müssen die Subsellien verschiebbar sein, um jederzeit die Reinigung des Bodens vornehmen zu können. Hinsichtlich der Kinder, welche an Auswurf leiden, wäre zu erwägen, ob man diese nicht mit Rücksicht auf die Gefahr der Verbreitung der Tuberculose mit Spuckschalen zu versehen hätte.

2. Der üble Geruch und die Ausathmungsproducte lassen sich verringern dadurch, dass man von den Schulräumen getrennte Garderoberäume herstellt, in

welchen die Mäntel abgelegt werden, ferner durch eine zureichende Ventilation. Alle Mittel der letzteren sollen in Anspruch genommen werden.

Besondere Einrichtungen sind vorzusehen etwa in Verbindung mit Mantelöfen: ferner genügt dem Zwecke die Luftheizung für den Winter. Die Sommerventilation lässt sich dort, wo geeignete Luftcanäle vorhanden sind, in der Regel durch eine Lockfeuerung bewerkstelligen. Es muss auf diese Verhältnisse bei dem Baue des Hauses Rücksicht genommen werden. Am besten, aber theuersten, sind die mechanischen Lüftungsvorrichtungen.

Die Aborte bringt man entweder in einem Anbau, der mit dem Hauptgebäude durch einen gedeckten Gang in Verbindung steht und gut lüftbar ist, oder in dem Hauptgebäude selbst an. Für die Beseitigung der Abgänge kommen die gleichen Gesichtspunkte zur Geltung, die früher entwickelt wurden. Die Abortsitze sollen 0·3 bis 0·45 *m* hoch, mindestens 0·8 *m* breit und 1·4 *m* lang sein. Die Abtritte müssen für Knaben und Mädchen getrennt sein. Für Knaben ist außerdem noch ein Pissoir einzurichten. Dasselbe muss gut spülbar, frostfrei und mit wasserdichten Wänden und Boden versehen sein.

Jedes Schulhaus soll mit gutem Trinkwasser versehen sein: es ist bereits bei der Anlage, wenn keine Wasserleitung zu Gebote steht, auf die Gewinnung eines guten Brunnens Bedacht zu nehmen.

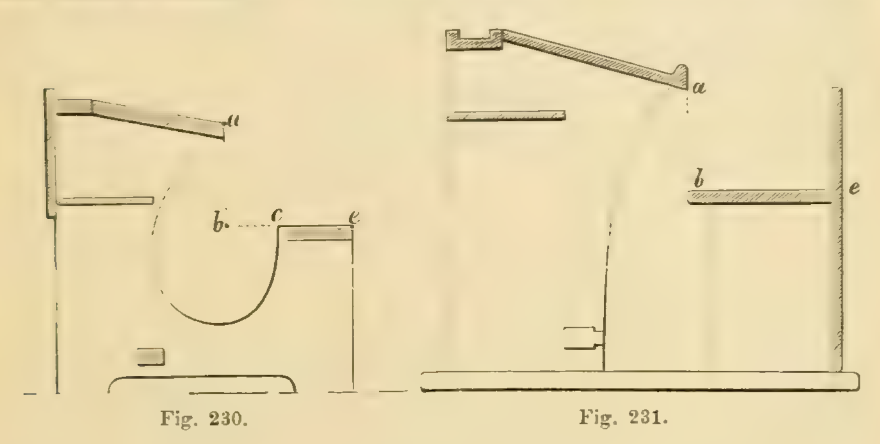


Fig. 230. Fig. 231.

b) Die Utensilien.

Will man in der Schule selbst einerseits der Schädigung des Auges, wie auch der drohenden Rückgratsverkrümmung begegnen, so müssen die Subsellien richtig hergestellt sein.

In den alten Schulbänken (Fig. 230) war meist der verticale Abstand von Sitz und Tischplatte, die Differenz (*a*, *b*) genannt, viel zu groß, so dass die Kinder mit dem Kopfe zu nahe an das Schreibheft oder Lesebuch herangiengen, wenn sie in bequemer Lage lesen und schreiben wollten.

Außerdem aber war die Bank von der Tischplatte recht erheblich entfernt (Distanz, Fig. 230 *b c*), weil ja die Schüler innerhalb der Bank auch stehen sollten. Beim Sitzen und Schreiben etc. legte sich also das Kind nach vorne, die schmale Schreibplatte gestattete nicht, die Arme gleichmäßig aufzulegen; naturgemäß lässt das Kind bei der rechtsschiefen Schrift den linken Ellenbogen tiefer treten als den rechten: der Kopf ist links geneigt. Diese falsche Stellung wird Ursache der Skoliose. Da bei den alten Bänken Groß und Klein mit derselben Einrich-

tung vorlieb nehmen musste, erwiesen sich auch die Sitzhöhen oft ganz unzweckmäßig. Eine gute Schulbank, als deren Typus wir Fig. 231 geben, muss den Maßverhältnissen der Schüler entsprechend sein; es müssen also verschiedene Größen von Schulbänken beschafft werden.

Am besten werden nur zweisitzige Bänke gebraucht, höchstens viersitzige; in zweisitzigen ist Controle und Beweglichkeit der Kinder günstig. Die Höhe der Sitzbank soll $^2/_7$ der Körperlänge betragen, damit die Kinder mit der ganzen Fußsohle den Boden berühren. Die Bankbreite muss den Oberschenkeln entsprechen = $^1/_5$ der Körperlänge. Die Differenz muss der Höhe des Ellenbogens (in herabhängendem Zustande) von der Sitzbank entsprechen; da aber bei der Vorwärtsneigung der Arm einen Kreisbogen beschreibt, also der Ellenbogen höher rückt, so sind bei kleinen Kindern 2·5, bei großen 4 *cm* der ersten Größe hinzuzurechnen, weil ja der Körper gerade gehalten werden soll Die Differenz ist bei den Mädchen wegen der dicken Röcke größer als bei den Knaben. Sie beträgt $^1/_{7\cdot5}$ der Körpergröße + 2·5 bei den Knaben, $^1/_7$ + 2·5 bei den Mädchen.

Die **Distanz sei 0**, besser etwas negativ, jedenfalls nicht positiv; dann ist die Haltung die günstigste. Allerdings kann in solchen Bänken der Schüler nicht aufstehen; bei zweisitzigen Bänken tritt er zur Seite heraus, bei viersitzigen dagegen muss durch eine Klappvorrichtung oder dgl. der Sitz entsprechend beweglich gemacht werden, wenn der Schüler sich erheben will. Vorrichtungen zum Verschieben der Schreibplatte sind gleichfalls empfehlenswert.

Die Tischplatte muss für den Einzelnen mindestens 55 *cm* breit sein, in der dazu Senkrechten 30 bis 40 *cm* messen und auf dieser Strecke um 6° geneigt sein. Die Höhe der Lehne soll etwas weniger als der Tischrand betragen.

Es ist nicht zu leugnen, dass in derartigen gut eingerichteten Bänken einerseits ein richtiger Abstand des Auges von den Schreib- und Leseutensilien gewahrt und einer Krümmung der Wirbelsäule begegnet wird. Nur vergesse man nicht, dass dies erzwungene Haltungen sind, welche von den Kindern und jungen Leuten auf die Dauer nur mit Widerwillen ertragen werden.

Unsere Muskeln sind nicht dazu bestimmt, stundenlang in derselben Weise thätig zu sein; das Bestreben muss vielmehr dahin gehen, der Jugend in den Schulbänken eine größere Beweglichkeit zu geben. Eine Schulbank, welche zum Zwangsstall wird, ist eine wenig zweckmäßige Einrichtung. Es kann daher die Durchbildung von Systemen, welche durch zeitweise Verschiebung der Tischplatte der Freiheit der Bewegung wenig Abbruch thun und zeitweise eine bequeme Zurücklegung des Körpers gestatten, erwünscht sein. Die Verschiebung der Sitzbänke ist weniger zweckentsprechend, weil die Kinder sonst leicht die negative Distanz in eine positive umzuwandeln in der Lage sind. Die vielfach empfohlenen Schreibstützen sind ohne Nutzen; das Kind muss zur richtigen Haltung erzogen werden und die Muskeln zu diesem Behufe in Thätigkeit setzen.

Außer den Sitzbänken muss der richtigen Aufstellung der Tafel und genügend großer Schrift auf derselben Beachtung geschenkt werden. Von großer Bedeutung bleibt namentlich die richtige Beschaffenheit der Schulbücher selbst. Es sollen keine Schriftproben darin enthalten sein, welche eine wesentliche Anstrengung des Auges zum Lesen erfordern.

Das Gutachten der in Straßburg zusammengetretenen Schulcommission forderte:

Rein weißes Papier, ohne durchschimmernden Druck der Rückseite. Die Höhe der kleinen Buchstaben sei 1·5 *mm* (in der unteren Classe 1·75 *mm*), die Dicke der Striche mindestens 0·25 *mm*, die Approche (Trennung der Buchstaben) 0·5 *mm*, die Entfernung zweier Zeilen zwischen den nicht überragenden Buchstaben 2·5 *mm*. Die Länge der Zeilen soll 8 bis 9 *cm* nicht überschreiten und ein breiter, weißer Rand den Druck umfassen.

Pflicht der Eltern ist es, den Kindern und jungen Leuten Bücher mit sehr kleinem Druck fernzuhalten.

Einen sehr erheblichen Einfluss auf die Haltung der Kinder beim Schreiben übt die Schriftrichtung aus; in den meisten Schulen wird eine Schieflage von etwa 45—50° geschrieben. Man kann leicht beobachten, dass die Kinder dabei stets sich bemühen, den Kopf auf die linke Seite zu neigen, und wenn sie unbeaufsichtigt gelassen werden, mit Vorliebe den Kopf sogar auf den linken Arm legen, weil sie offenbar dabei die ganze Federführung besser übersehen.

Seit dem letzten Decennium hat man sich bemüht, die Steilschrift an Stelle der Schiefschrift zu wählen (Merkel, Groß, Schubert); bei dieser liegt Tafel oder Heft in gerader Mittellage; für den Anfang der Übungen sollen die Zeilen kurz, 8—10 *cm* lang sein. Die Unterarme ruhen auf dem Pulte in symmetrischer Lage. Die Buchstaben liegen in einer Senkrechten, die Haltung der Hand und Feder folgert daraus von selbst. Die Steilschrift wird bei entsprechender Übung der Kinder ebenso rasch geschrieben wie die liegende Schrift. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben mit Evidenz die Überlegenheit der Steilschrift über die Schiefschrift hinsichtlich einer gesundheitsgemäßen Körperhaltung der Schüler dargethan. Während bei der Schiefschrift auch eine harte Disciplin das Geradesitzen nie erzielte, nehmen Geradschrift schreibende Kinder von selbst eine normale Stellung ein.

c) *Hygiene des Unterrichts.*

Das Kind soll nicht zu früh der Schule überantwortet werden; doch kommt es weniger auf die Zeit des Eintritts an, als auf das Maß der Ansprüche, welche in der Schule erhoben werden. Die Stundenzahl kann in den Elementarschulen eine sehr beschränkte sein (2 bis 5 Stunden täglich); mit aller Macht soll aber an den Gymnasien eine Reduction der Arbeitszeit angestrebt werden. Eine wöchentliche obligate Schulzeit an den Gymnasien von 23 bis 27 Stunden ist für eine erschöpfende Ausbildung vollkommen ausreichend; vielleicht könnte man das wahrhaft Wissenswerte sogar in einer noch geringeren Zeit beherrschen lernen. Die Resultate einzelner Lehrer sind in der gleichen Arbeitszeit oft höchst ungleiche, ein Beweis für die mehrfachen Ursachen der Überbürdung. Die Zahl der Schüler sollte in den niederen Classen 50, in den oberen 35 nicht überschreiten. Schädlich für die Kürzung der Arbeitszeit ist das Fachlehrersystem, weil naturgemäß ein jeder Fachlehrer auf eine Vertiefung und Ausdehnung der Thätigkeit in dem Zweige seines Wissens dringt.

Zu den Schulstunden tritt die Arbeit im Hause hinzu, welche man in den untersten Classen zu 1 bis 1·5 Stunden, in den obersten zu etwa 3 Stunden täglich als zulässig erklären kann. Am Sonntag soll Arbeitsruhe herrschen. Nimmt man zur gesammten Arbeitszeit noch wöchentlich 2 Stunden für Gesang und drei für den Turnunterricht hinzu, so würden bei dem Kinde, das mit 10 Jahren in die unterste Classe tritt (Lateinschule), immerhin schon etwa 34 Stunden in der Woche für den Unterricht in Anspruch genommen, in den obersten Classen aber 50 Stunden, im Durchschnitt also 8·3 Stunden täglich.

Die Tageszeit der Schulstunden ist abhängig vom Klima; in unseren Verhältnissen steht dem Beginn der Schule morgens 8 Uhr nichts im Wege, wenn schon an manchen Decembertagen bei starker Bewölkung die Helligkeit zum Lesen oder Schreiben zu gering sein kann. Die Hauptzahl der Stunden soll auf den Vormittag fallen und während der Mittagszeit genügend Zeit zur Mahlzeit gelassen werden (etwa 3 Stunden). Es ist zu verbieten, Hausarbeiten, welche nur während der Mittagspause gelöst werden können, zu fordern. Es ist unthunlich, mehr als 4 Unterrichtsstunden nacheinander zu ertheilen; je 2 Unterrichtsstunden sollen von den folgenden durch eine größere Pause ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde) getrennt werden.

Bei älteren Schülern, wie an den Gymnasien, kann man nahezu ausschließlich den Unterricht des Morgens durchführen, so dass nur an zwei Nachmittagen noch eine obligate Stunde verlangt werden muss. Diese Einrichtung der freien Nachmittage ist für den Schüler wie für den Lehrerfolg und für die gesunde Entwickelung nur von Vortheil. Man lernt die Zeit zur Arbeit richtig eintheilen, zusammenhängend mit Arbeiten sich zu beschäftigen; die Mittagspausen können nicht, wie das sonst die Regel ist, für die Vorbereitung zur Schule verbraucht werden. Zur schlechten Jahreszeit kann man immerhin noch einige Zeit den Aufenthalt im Freien pflegen und die Arbeitsstunden in die Zeit nach Sonnenuntergang verlegen. Die Schulstunden sollten durch angemessene 10—15 Minuten währende Ruhepausen unterbrochen sein; die Pausen dienen der Erholung der Schüler, wie der Luftverbesserung durch Öffnen der Fenster u. s. w.

An jeder Volks- wie Mittelschule, für Knaben wie Mädchen, muss der Entwickelung der Körperpflege Aufmerksamkeit zugewendet werden:

1. Direct durch den obligaten Turnunterricht für alle körperlich Tauglichen. Wenn möglich, so soll der Turnunterricht in besonderen, von der Schule getrennten Turnanstalten unter Leitung der geschulten Turnlehrer vorgenommen werden. Die Schüler sind in diesen Übungen nicht nach Classen, sondern nach ihrer körperlichen Beschaffenheit zu ordnen.

In der großen Mehrzahl der Fälle wird freilich der Unterricht in einem mit der Mittelschule in Verbindung stehenden Turnraum und Turnplatz vorgenommen werden müssen.

In jedem Falle müssen diese Einrichtungen darnach angethan sein, die Schüler nicht abzuschrecken. Der Turnplatz soll mit nicht staubendem und weichem, die Füße nicht verletzendem Material (Lohe und Sand) bedeckt sein. Die Turnübungen sollen in geeigneter Beschuhung und Kleidung vorgenommen werden. Das Turnlocal bedarf eines weiten Raumes und im Winter einer mäßigen Heizung.

Die Turnübungen haben dort, wo sie Massenübungen sind, wenig Reiz für die Besucher, und wenn man über diese nicht hinausgeht, wird den Meisten die Turnstunde nichts Anderes sein, als eine langweilige Schulstunde mehr. Das Turnen hat die Aufgabe, alle Muskeln harmonisch durchzubilden; dazu gibt es aber die mannigfachsten Wege. Man muss versuchen, den Spielen mancher Art in die Turnstunden Eingang zu verschaffen, und was schadet es, wenn eine Stunde ganz dem Spiel

gewidmet wird? In England sind die muskelausbildenden Spiele weit bekannter wie bei uns. Man gebe sich Mühe, das Programm der Übungen etwas pikanter zu machen, man füge der bisher monotonen Kost die nöthigen Genussmittel hinzu, die schmackhaft gewordene Speise wird ihre Anziehung sicher nicht verfehlen.

2. Indirect durch Förderung aller zur Ausbildung des Körpers dienenden Leibesübungen. Dahin gehört das Schlittschuhlaufen, Schwimmen, Baden, Fechten und Tanzen, Velocipedfahren. Ja vielleicht ließe sich Fechten und Tanzen schon mit dem Turnen verflechten und eine größere Gewandtheit und Geschmeidigkeit des Körpers erzielen.

Eine richtige, gesundheitsgemäße Ausbildung der Jugend sollte nie vergessen, ein richtiges Maß zwischen Schule und Freiheit herzustellen. Die arbeitsfreie Zeit ist noch lange kein Müßiggang; sie soll zur individuellen Entwickelung die Möglichkeit bieten, sowie Gelegenheit zu Naturgenuss und selbstgewollten Körperübungen im Freien.

d) Wohlfahrtseinrichtungen.

In neuester Zeit sieht man für die Kinder der Minderbemittelten vielerlei humane Einrichtungen getroffen: viele Kinder kommen in den Großstädten während ihrer ganzen Jugendzeit nicht aus dem Stadtrevier hinaus, die Straße, allenfalls eine öffentliche Anlage, verschafft die einzige Erholung. Man hat namentlich mit Rücksicht auf schwächliche Kinder die sogenannten Feriencolonien eingerichtet. Eine Anzahl Kinder wird in Begleitung des Lehrers auf einige Zeit auf das Land zur Erholung und Kräftigung geschickt.

Mit Rücksicht auf scrophulöse Kinder gewähren eine Reihe von Soolbädern denselben in gewisser Zahl unentgeltliche Benutzung ihrer Heilmittel: Baden bei Wien, Jagstfeld, Zürich besitzen derartige Einrichtungen.

Den gleichen Zweck, Heilung scrophulöser Kinder, verfolgen auch die Kinderheilstätten in Norderney und Wyk (Seebäder).

In Mailand besteht als milde Stiftung ein Institut zur Pflege und Heilung rhachitischer Kinder.

e) Beaufsichtigung der Schulen durch Ärzte.

Die zahlreichen hygienischen Aufgaben, welche bei der Leitung der Schule in Betracht kommen, erfordern eine mit diesen Fragen vertraute Persönlichkeit; als solche kann nur der Arzt in Betracht kommen. Ein Schularzt ist eine dringende Nothwendigkeit; leider aber sind nur an wenigen Schulen solche angestellt und durchaus nicht immer mit der gehörigen Wirksamkeit.

Die wesentlichsten Punkte, nach welchen die Thätigkeit und Stellung des Schularztes zu fixieren sind, scheinen folgende zu sein:

Als Schularzt kann jeder praktische Arzt — eine gute hygienische Ausbildung vorausgesetzt — fungieren; eine Zuziehung von Medicinalbeamten ist nicht nöthig. Für seine Thätigkeit wird der Schularzt besonders entschädigt. Ihm obliegt die Controle aller hygienischen Maßregeln und Einrichtungen. In der Schulcommission hat er in allen Fragen, welche das physische Wohl der Schüler betreffen, Sitz und Stimme und ist im Lehrkörper über alle diesbezüglichen Fragen Vortragender.

Zu Beginn und Ende des Schuljahres sind alle Kinder auf ihren Gesundheitszustand zu prüfen und die körperliche Messung (eventuell zur Beurtheilung des Körperszustandes die Wägung) vorzunehmen.

Nach Maßgabe der von dem Arzte ausgeführten Messung werden die Kinder in den Subsellien vertheilt.

Das Hörvermögen des Kindes ist zu prüfen und bei der Austheilung der Plätze der Schüler zu berücksichtigen. Das Maß der körperlichen Tauglichkeit muss behufs Zulassung zum Turnunterricht vom Arzte geprüft werden; der Refractionszustand des Auges ist gleichfalls bei diesen Terminen zu prüfen und nothwendig erscheinende Abhilfe anzuregen.

Der Schularzt ist nicht etwa der behandelnde Arzt der Schüler und Schülerinnen; nur für jene Fälle, in welchen keine andere ärztliche Hilfe zu gewinnen ist, hat er sich zur Übernahme der Behandlung bereit finden zu lassen.

Jeder Fall einer ansteckenden Krankheit oder Verdacht auf eine solche muss dem Schularzt gemeldet werden; er bestimmt nach Untersuchung des Patienten, was zu geschehen hat. Nach Ablauf einer ansteckenden Krankheit wird das Kind erst auf Grund eines ärztlichen Zeugnisses, dass die Ansteckungsgefahr beseitigt ist, und Prüfung dieses Zeugnisses durch den Schularzt zugelassen. Die Schließung einer Schule kann der Schularzt allein nicht verfügen.

Monatlich einmal, in den Wintermonaten besser mehrmal, hat der Schularzt die Beleuchtungseinrichtung, Beheizung, die Ventilationseinrichtung unangemeldet zu inspicieren und sich von der Abstellung der Mängel zu überzeugen. Die Einrichtung der Schulärzte hat sich in manchen Städten bereits verwirklicht; so besitzen Brüssel, Antwerpen, Paris solche. In Deutschland sind in Frankfurt a. M. die Functionen des Schularztes dem Stadtarzt übertragen, in Breslau fungiert ein besonderer Schularzt.

Sollte die Einführung der Schulärzte sich auch in Deutschland durchführen lassen, so wäre zu wünschen, dass jene Ärzte, welche späterhin als Schulärzte fungieren wollen, in den hygienischen Instituten der Universitäten den nöthigen praktischen Unterricht in dem zu vertretenden Gebiete erhalten.

Viertes Capitel.

Die Gefangenen.

Der Strafvollzug.

Die Bestrafung der Gesetzesübertretungen ist mit den Fortschritten der gesammten Gesittung eine zunehmend humanere geworden. Die Bestrafung sucht nicht mehr die Qual und Marter des Bestraften, die Gesellschaft ist nur bestrebt, die ihrer Ordnung widerstrebenden Elemente zu beseitigen, indem sie gleichzeitig die Möglichkeit der wahren Besserung der Gefallenen thunlichst fördert.

Trotz der humanen Züge des Gefängniswesens unserer Tage muss der Aufenthalt in denselben stets ein der Gesundheit schädigender genannt werden; das Maß der letzteren möglichst zu reducieren, wird Aufgabe hygienischer Rücksichtnahme sein.

a) Die Gemeinschaftshaft.

Das verbreitetste Haftsystem ist die Gemeinschaftshaft; früher wurden Männer und Weiber gemeinsam verwahrt, indes man in neuerer Zeit allgemein die Isolierung der Geschlechter durchführt. Die

Gemeinschaftshaft trägt jedenfalls gar nicht zur Besserung des Einzelnen bei. alte Freunde und Genossen finden sich da zusammen; in gegenseitigem Erfahrungsaustausch sich bildend, verlassen die Rückfälligen als gefährliche Subjecte das Zuchthaus; Neuankömmlinge werden durch routinierte Verbrecher noch mehr verdorben. Im Kreise gleicher Gesinnungsgenossen fühlt sich der Verbrecher wohl und behaglich. Während der Collectivhaft werden neue Zukunftspläne zu Diebereien und anderen Verbrechen geschmiedet. Die Gefangenen bleiben des Nachts in den Schlafräumen beisammen; am schwierigsten sind hier die sexuellen Excesse zu bekämpfen, denen sich die Gefangenen in ausschweifendster Weise hingeben. Die Onanie ist nicht auszurotten; dagegen werden Gefangene, welche die Ruhe Anderer stören, in Betten mit Drahtnetzverschluss u. dgl. eingeschlossen.

b) Das Auburn'sche Haftsystem.

Von der Stadt Auburn in Nordamerika hat ein Haftsystem die Runde in der Welt gemacht und glücklicherweise vollendet, das eine grausame Einrichtung für die Sträflinge darstellte. Des Nachts wurden die Letzteren in gesonderte Zellen eingesperrt, den Tag über aber waren sie unter dem strengsten Verbot, durch Sprache, Zeichen oder Geberden sich zu unterhalten, beisammen. Jede Übertretung dieses Gebots wurde sofort von dem Aufseher mit Peitschenhieben bestraft. Dieses System, die Menschen fortwährend der Verlockung des Sprechens auszusetzen und bei Übertretung strengste Strafe eintreten zu lassen, ist unnatürlich. Es spielte ein beständiger Kampf zwischen den Wärtern und Sträflingen, indem die Ersteren sich bemühten, keinen Zuwiderhandelnden aus den Augen zu verlieren und Letztere allerhand List aufboten, die Wärter zu täuschen. Der erziehliche Erfolg des Auburnsystems war ein äußerst dürftiger, weshalb es ganz verlassen ist.

c) Die Einzelhaft.

Verwandt mit dem Auburnsystem ist das philadelphische System, das im Jahre 1790 etwa in Aufnahme kam und in der heutigen Einzelhaft am besten durchgebildet ist.

Bei beiden, dem philadelphischen wie Einzelhaftsystem, befindet sich der Gefangene während der ganzen Haftzeit vollkommen isoliert von seinen Mitgefangenen, das erstere aber schloss jedweden Verkehr mit Menschen aus, der Gefangene war sich und seinen Gedanken überlassen und nicht einmal Arbeit wurde zu seiner Zerstreuung und Ablenkung der Gedanken gewährt; die Einzelhaft unserer Tage gestattet den Verkehr mit den Gefängnisbeamten, dem Geistlichen und Arzte und bietet dem Häftling eine seiner Intelligenz entsprechende Thätigkeit.

Auch außerhalb der Zelle darf der Gefangene in einem kleinen, für schlechte Witterung zum Theil überdeckten Hofe sich bewegen. Man hat früher mit Recht gegen die Einzelhaft Bedenken erhoben, dass sie einer Unzahl von Menschen das Leben koste. Dies ist heut-

zutage bei den guten baulichen Einrichtung der Zellengefängnisse nicht mehr berechtigt.

Angeblich sollen in Zellengefängnissen auffallend viele Geisteserkrankungen vorkommen, Wahnsinn und Blödsinn; man muss da aber erwägen, dass unter den Verbrechern überhaupt sehr viele Geisteskranke sind, ferner, dass ein einzelner, isolierter Gefangener viel leichter seine Geisteskrankheit verräth und in Behandlung genommen wird, als einer in der Gemeinsamhaft. Selbst erfahrene Irren- und Gefängnisärzte sind äußerst selten in der Lage Psychosen zu beobachten, bei denen eine Wahrscheinlichkeit des Zusammenhangs mit Einzelhaft besteht. Die bekannte Anschuldigung der Häufigkeit von Masturbation in den Zellengefängnissen gilt ganz ebenso für die Gemeinsamhaft.

Die Einzelhaft bewahrt den Gefangenen vor dem moralischen Verderb durch Mitgefangene, gibt Gelegenheit, über die begangenen Fehler nachzudenken und die Möglichkeit der Besserung.

Sie gestattet eine individualisierende Behandlung des Sträflings, Milderung der Strafen, Verbesserung der Kost u. dgl., während das im Interesse straffster Disciplin bei der Gemeinsamhaft ausgeschlossen ist.

Nicht jeder Sträfling eignet sich für die Einzelhaft; Leute mit Gebrechen, ältere Personen sollen nicht derselben unterworfen werden. Sind bei Sträflingen durch den Arzt Anzeichen zu bemerken, welche auf eine bevorstehende Schädigung der Gesundheit sich beziehen, so ist die Einzelhaft zu unterbrechen.

Die Isolierhaft kann ebensogut wie auf Männer, auch auf die Frauen und auf jugendliche Verbrecher angewendet werden (Bär); sie ist aber stets eine strenge Haft, weshalb in den meisten Staaten bestimmte Grenzen ihrer Anwendbarkeit gezogen sind. In Belgien kann bis zu 10 Jahren Einzelhaft, in Deutschland und Österreich aber nur auf 3 Jahre Einzelhaft erkannt werden

d) Das Progressiv- oder Irische System.

Bei diesem Haftsystem werden die Gefangenen bei guter Führung nach gewissen Zeiträumen in immer bessere Lage, sozusagen Haftclassen versetzt. In Irland bestehen die verschiedenen Haftclassen in getrennten Anstalten, das ist aber zur Ausführung des Systems gar nicht einmal nöthig. In den ersten 9 Monaten befinden sich die Gefangenen bei knapper Kost und monotonster Arbeit (Wergzupfen) in Isolierhaft. Bei gutem Verhalten wird die Strafzeit um einen Monat gekürzt. In der zweiten Haftclasse, in welche der Sträfling nun einrückt, werden bei besserer Beköstigung schwere Erdarbeiten gemeinsam ausgeführt, des Nachts aber isoliert geschlafen. In der dritten Haftclasse legt der Sträfling seine Anstaltskleidung ab und versieht Arbeiten ohne weitere Aufsicht, tritt mit dem Publicum in freien Verkehr. Endlich wird er ganz freigelassen, bleibt aber bis zum Ablauf der Strafzeit unter polizeilicher Aufsicht. Die Verminderung der Rückfälligen ist bei diesem Strafsystem eine außerordentlich große; die Ausdehnung desselben jedenfalls zu begünstigen.

Disciplinarstrafen.

Dass bei dem Auswurf der Menschheit, die sich in den Gefängnissen ansammelt, eine allzu ausgedehnte Humanität durchaus nicht zum Ziele führt, steht sicher, vielmehr müssen der Gefängnisverwaltung gewisse Disciplinarstrafen zur Verfügung stehen.

Man hat dieselben sehr gemildert; während noch vor wenigen Jahrzehnten Krummschließen, hartes Lager, Lattenarrest, Kette, Klotz und Kette bis zu einem Jahr, körperliche Züchtigung bis zu 90 Streichen, Arrest bei Wasser und Brot, Dunkelarrest an der Tagesordnung waren, hat man nunmehr vielfach Strafen mit moralischer Wirkung, den Verweis, Entziehung von Begünstigungen, der Lectüre, des Arbeitslohnes eingeführt.

Die körperliche Züchtigung kann als Strafmittel nicht entbehrt werden; sie soll aber wirklich nur in jenen Fällen der Verrohung Anwendung finden, in welchen es eben kein anderes Zufluchtsmittel gibt. Sie ist auch richtig angewendet, weniger schädlich als Kostschmälerung und Dunkelarrest. Doch soll sie nur nach Anhörung des Arztes und nach gemeinsamer Berathung mit den Verwaltungsvorständen zugelassen sein.

Kostschmälerungen, d. h. Verringerungen der allen Sträflingen gereichten Kost, sind absolut unzulässig und gefährden Leben und Gesundheit in nachtheiligster Weise.

Gesundheitszustand in den Gefängnissen.

Der Gesundheitszustand in den Gefängnissen ist in der Neuzeit ein weit besserer als vor Jahrzehnten, aber man hat trotzdem das Recht zu sagen, ein jeder Verbrecher sei in gewissem Sinne ein Selbstmörder, indem er sicherlich durch den Gefängnisaufenthalt sein Leben um viele Jahre kürzt. Die Zahlen statistischer Forschung, die wir weiter unten mittheilen werden, bekräftigen zur Genüge diesen Satz.

In den alten Gefängnissen richtete das sogenannte Kerkerfieber, der Flecktyphus, oft ungeheure Verwüstungen an, und mancher Gerichtshof wurde durch die Vorführung der Gefangenen von der Seuche angesteckt und dahingerafft. Bekannt ist der Fall zu Oxford im Jahre 1551, in welchem Richter, Geschworene und Zuschauer von der Krankheit befallen wurden und innerhalb weniger Monate 510 Personen starben (Hirsch).

Aber neben dem Kerkerfieber, das heute ja aus den Gefängnissen verbannt ist, sind doch noch reichlich viele Schäden und Gefahren verblieben. Chassinat hat für die Jahre 1822 bis 1837 die Gesundheitsverhältnisse der männlichen Gefangenen in Frankreich untersucht und gefunden, dass von 1000 Gefangenen in den Strafanstalten 50, im Bagno 38 starben, von der freien Bevölkerung derselben Altersclasse aber nur 10. Engel hat bei den in den preußischen Strafanstalten Detinierten im Jahre 1861 auf 1000 eine Sterblichkeit von 29·7, bei den Knappschaftscassen eine solche von nur 10 gefunden.

Berücksichtigt man auch, dass die Verbrecher meist dem Trunke ergebene, liederliche, von Jugend auf durch Entbehrungen, Hunger wie Elend herabgekommene Individuen sind, so muss man doch trotzdem das Verhältnis der Sterblichkeit ein sehr hohes nennen. Je schwerer und je länger dauernd die Strafe ist, desto gewaltiger gefährdet sie das Leben. Das Maximum der Sterblichkeit fällt in die ersten drei Haftjahre. Die innerhalb des ersten Halbjahres eintretenden Todesfälle können meist nur als eine Wirkung des Vorlebens der Gefangenen aufgefasst werden.

Unter den „normalen“ Erkrankungsformen treten bei den Gefangenen Schwindsucht und Inanitionskrankheiten (Wassersucht, Verdauungsstörung) sehr in den Vordergrund; die Gefangenen tragen aber auch zweifellos eine größere Disposition zu Infectionskrankheiten in sich und erliegen leicht fieberhaften Krankheiten. Die schlechte Ernährung prägt sich meist in charakteristischer Weise in dem Äußeren der Gefangenen aus; sie haben eine leicht blaugraue Hautfarbe und ein schwammiges, aufgedunsenes Aussehen. Ihr Zellgewebe ist reich an Wasser; man sieht diese Wasseraufspeicherungen auch bei Thieren mit ungenügender Nahrung eintreten. Die Fettzellen geben ihr Fett ab und füllen sich zum Theil mit Flüssigkeit. Die Musculatur ist meist sehr vermindert, und wie man dies von den hungernden Thieren her wohl kennt, schlaff. Der Puls ist klein und langsam. Der Gefangene friert leicht und hat kühle Extremitäten, er wird stumpf gegen äußere Eindrücke (Bär).

Die Ernährungsstörungen, welche so verhängnisvoll in das Leben der Gefangenen eingreifen, können vielleicht zum Theil auf die psychischen Zustände Mancher zurückgeführt werden, insoferne sie die Trennung von den Ihrigen, die verlorene Freiheit, der bürgerliche Ruin niederdrückt, zumeist aber sind die Ernährungsstörungen Folge der Gefängniskost selbst.

Die Bekämpfung der hohen Sterblichkeit in den Gefängnissen kann in mehrfacher Hinsicht in Angriff genommen werden.

Um die Verunreinigung der Luft zu mindern und die Gefahren hochgradigen Staubgehalts zu beseitigen, ist Reinlichkeit das erste Gesetz für die Gefängnisse. Die Bekämpfung der Tuberculose scheint die exacteste Beseitigung des Auswurfs der Phthisiker zur Pflicht zu machen. Ferner muss ein zureichender Luftkubus und ausreichende Ventilation gefordert werden.

Man verlangt für die gemeinsamen Schlafräume 14 bis 16·6 m^3 Luftkubus, in Arbeitssälen 8; in der Einzelzelle, in welcher der Gefangene Tag und Nacht bleibt, 28 m^3 (bei 3 m Höhe), in Einzelzellen für die Nacht 15 m^3 (Bär). In Österreich kommen in der Einzelhaft auf jeden Gefangenen 27 bis 28 m^3, im gemeinsamen Schlafraum 8·5 bis 12·8 m^3.

Ein wunder Punkt pflegt gewöhnlich die Ventilation des Gefängnisses zu sein, weil die Anlage von Luftcanälen, wie die Anlage großer Fenster ihre Bedenken hat. Für die Einleitung der natürlichen Ventilation kann man in den Schlafsälen des Nachts das eine oder andere Fenster offen lassen und empfindliche Gefangene in einen besonderen Raum zusammen legen. Auch in den Arbeitsräumen und Zellen genügt eine derartige Ventilationsvorrichtung, doch hat man besondere Luftschächte in einigen Gefängnissen eingerichtet.

Die Gefangenen haben in den neueren Gefängnissen die Erlaubnis, in einem Spazierhofe sich zu ergehen; bei der Einzelhaft ist dies gleichfalls durchgeführt.

Der Ventilation hinderlich ist vielfach das hohe Wärmebedürfnis des Gefangenen. Dieses kann aber nicht durch „Abhärtung“, sondern nur durch bessere Nahrung beseitigt werden, denn es ist eine Inanitionserscheinung. Als Heizung sind zum Theil Ofenheizung,

zum Theil Centralheizungen eingerichtet, letztere verdienen gerade hier entschieden den Vorzug; am günstigsten ist ein Warmwasserheizungssystem, jedenfalls nicht Luftheizung, da nicht selten die Canäle zu einer unaustilgbaren Brutstätte von Ungeziefer werden (Bär).

An die Beleuchtung ist bei den Gefangenen kein anderer Maßstab zu legen, wie bei freien Personen, sie müssen zu der Beschäftigung, welche ihnen obliegt, eine ausreichende Quantität Licht erhalten.

Zur Beseitigung der Fäcalien sind namentlich in den Einzelzellen nur portative Systeme anzuwenden. Wasserclosete werden häufig verstopft und muthwillig Wasser verbraucht, wenn der Gebrauch dem Gefangenen ganz frei steht; bei gemeinsamer Haft ist jedes gut durchgeführte System anwendbar.

Die wichtigste Maßregel der Bekämpfung der Gefahren des Gefängniswesens betrifft die Ernährung der Gefangenen; die unrichtige Ernährung ist ein langsam vollzogenes Todesurtheil und qualvolles Siechthum.

Die Gefängniskost der früheren Zeit bestand meist ganz überwiegend aus Vegetabilien, und zwar aus den billigsten derselben. In der That, man hat keine Veranlassung, die Gefangenen besser zu halten, als ein großer Theil der ärmeren rechtschaffenen Bevölkerung zu leben gezwungen ist. Die Vegetabilien wurden und werden tagtäglich, soweit möglich, als breiige Substanzen verabreicht, die dicke Brotsuppe, Kartoffelsuppe, der Kartoffelbrei, der Erbsenbrei, Gemüse in Breiform kehren fast jeden Tag in dem Kostsatz wieder. Das Brot macht einen großen Theil der täglich aufgenommenen Kost aus. Gewürze sind vermieden, alkoholische Genussmittel fast ganz verboten. Diese Speisenordnung kehrt in ewigem Einerlei wieder. Die ersten Folgen sind sehr häufig das Abgegessensein; der Gefangene bringt die letzten Löffel der Kost mit Mühe in den Mund, er erbricht sich; den nächsten Tag ist es meist schon schlimmer bestellt, und bisweilen ruft schon der Anblick der Breimasse Würgen und Erbrechen hervor. Der Gefangene beschränkt sich allmählich auf das Brot, Brot und Wasser. Dabei verfällt er, wird mürrisch, widerwillig, erhält Disciplinarstrafen, und so geht es weiter, bis der offenkundige Verfall den Gefangenen ins Lazareth liefert. Die Monotonie ist also das Hauptmerkmal der Gefängniskost.

Ein zweiter Fehler liegt dann an vielen Orten in der schlechten Ausnutzbarkeit der Nahrungsstoffe (Schuster), besonders der Eiweißkörper, wodurch sich der Muskelreichthum rasch vermindert, bis der Gefangene sich eben mit der geringen Eiweißzufuhr ins Gleichgewicht gestellt hat. Die dargereichten Vegetabilien werden in vielen Fällen, auch die Kohlehydrate nur ganz schlecht ausgenutzt. Die so häufig auftretende Buttersäuregährung der amylaceenreichen Kost befördert Diarrhöen und setzt die Ausnutzung noch weiter herab. Die Gefängniskost ist zu fettarm.

Die Gefängniskost, namentlich jene früherer Jahre, bot am besten das Bild von dem Zustand, in welchen der Körper durch den Nothbedarf unbedingt geräth. Für den Ärmsten, der in Freiheit lebt, gibt es immer noch Mancherlei, was die kärgliche Kost erträglich macht, und wenn auch noch so bescheidene Genüsse. Für den Gefangenen aber fällt jedes Moment, das die Kost erträglich machen könnte, ganz weg.

Es ist ein Verdienst von Voit, auf die Unzweckmäßigkeit und Fehler der Gefängniskost hingewiesen zu haben. Man muss unterscheiden zwischen arbeitenden und nicht arbeitenden Gefangenen. Erstere sind entsprechend der verlangten Anstrengung besser zu ernähren.

Für den Arbeiter ist zu rechnen: 118 Eiweiß, 56 Fett, 500 Kohlehydrate, für Nichtarbeitende 85 Eiweiß, 30 Fett und 300 Kohlehydrate.

Die Verköstigung muss auf die Zufuhr von leichter resorbierbarem Eiweiß, auf eine Verminderung der Kohlehydrate und Mehrung des Fettes ihr Augenmerk richten.

Äußerst wichtig ist die besonders von Bär betonte Einführung verschiedener Kostsätze, um eine gewisse Individualisierung zu ermöglichen. In Plötzensee können jene Gefangene, welche die Gefängniskost nicht ertragen, Extrazulagen von Fleisch (125 *g*) (oder $^1/_2$ *l*) Milch, eventuell auch beides erhalten. Nach Urtheil des Arztes sind auch noch weitere Vergünstigungen möglich. Am leichtesten ist die Individualisierung in den Zellengefängnissen durchzuführen.

Eine besondere Beaufsichtigung von Seite des Staates wäre für die Ernährung in den Untersuchungsgefängnissen, namentlich jenen kleiner Orte, dringendst erwünscht.

Der Gesundheitszustand der Gefangenen ist am besten, wenn sie bei geeigneten Arbeiten im Freien Verwendung finden, aber nur, wenn die Ernährung zureichend ist.

Eine zweckmäßige und humane Einrichtung sind die Vereine zur Unterstützung entlassener Sträflinge; vielfach findet der Letztere nur schwer Arbeit und geräth so unverdient in eine schlechte Lage. Die Vereine suchen den Gebesserten thunlichst zu ehrlicher Arbeit und Verdienst zu verhelfen.

Die Deportation.

Eine Besonderheit des Strafvollzuges, die sich nicht mit unserem Gefängniswesen deckt, bildet in manchen Ländern die Deportation. Die zu langjähriger oder lebenslänglicher Freiheitsstrafe Verurtheilten werden aus dem Mutterlande verschickt und nach überseeischen oder weit vom Heimatland entfernten Orten gebracht. Manchmal werden sie zu colonisatorischen Arbeiten verwendet.

Die russischen Verbrecher wurden seit 200 Jahren nach Sibirien deportiert, wo sie unter Zwang und manchmal angekettet in den Goldwäschereien und Bergwerken überanstrengende Arbeiten ausführen müssen, oder zu Cultivierungs- und Meliorationszwecken unter schlechter Behandlung verwendet werden. Die Zahl der zur Zeit dort Angesiedelten schätzt man auf 300.000, wovon Viele zu zwangsweisem Aufenthalt verbannt sind. Kokovtzeff führt an, dass ein großer Theil der Verbrecher in diesem nicht genug beaufsichtigten Lande ein schlechtes, liederliches Vagabundenleben führt und die abscheulichsten Verbrechen, Raub und Mord, Nothzucht u. s. w. begeht, so dass sie eine Gefahr für die freie Bevölkerung der Colonie werden. Man kommt in Russland immer mehr zu der Überzeugung, dass das Deportationssystem nach Sibirien einer dringenden Umgestaltung bedarf.

England und Frankreich haben ihre Verbrecher in überseeische Länder transportiert, in der Meinung, dass sie dadurch den Unbilden der Gefangenschaft entgehen. Bald aber stellte sich ein, dass der Transport und die Accommodation an die klimatischen Einflüsse nicht unbedeutende Gefahren bringt. Auch der Schmerz, aus den Banden des Vaterlandes, der Familie und der Angehörigen in eine weit entfernte Welt verwiesen zu sein, wird nicht so leicht überwunden. Überhaupt zeigt es sich, nach Bär, dass die Deportation ihren Strafzweck verfehlt, da bei der Strafansiedelung in

einem entfernten Land die moralische Besserung der Gefangenen unmöglich wird, vielmehr fallen die Deportierten ihrem verbrecherischen Leben bald wieder anheim. Wenn eine Strafcolonie in einem gesundheitsgefährlichen Klima etabliert wird, so hört die Deportation auf, eine Freiheitsstrafe zu sein, denn sie wird wahrscheinlich zu einer Todesstrafe. In Cayenne starben von 17.017 Deportierten nicht weniger als 6806 Personen. Auch die sumpfige Insel Corsica zeigte eine Sterblichkeit anfangs von 42 Procent, später von 14 Procent.

Viel günstiger gestaltet sich die Strafansiedelung auf Neu-Caledonien, woselbst die Sterblichkeit 1871 1·66 Procent, 1874 5·1 Procent, 1875 4 Procent bei einem täglichen Krankenstand von nur 2·82 Procent des Effectivstandes betrug.

Da die Kosten für den Transport und den Unterhalt der Deportierten im Vergleiche zu den Erfolgen der Deportation enorme sind, so geht man immer mehr von diesem Systeme ab und sucht dasselbe durch Verbesserung des Gefängniswesens und durch präventive philanthropische Einrichtungen zu ersetzen.

Fünftes Capitel.

Die Kranken.

Allgemeines.

Der Hygiene obliegt die Aufgabe, sich nach mannigfachen Richtungen hin mit den Kranken zu beschäftigen. Er bedarf vor Allem des Schutzes gegen die Einwirkung gesundheitsschädlicher Momente, von denen er weit schwerer betroffen wird als ein Gesunder; er bedarf einer hingebenden Pflege, weil er, körperlich hilflos und oft geistig umnachtet, für sein eigenes Wohlbefinden zu sorgen nicht in der Lage ist.

Der Kranke birgt in sich nicht selten eine Gefahr für seine Umgebung, weil er durch Ansteckung die Quelle von Neuerkrankungen werden kann.

Die Aufgaben, denen die Pflege des Kranken im weitesten Sinne gerecht werden muss, sind mannigfache und richten sich nach der Art der Erkrankung. In acut verlaufenden Krankheiten verlangt sie, um die Consumtion zu mindern, vor Allem vollkommene Körperruhe und die Abhaltung von Geräuschen, Dämpfung des Tageslichtes. Die Regulierung der Temperatur soll Tag wie nachts eine sorgfältige sein. Die zerstörende Einwirkung des Fiebers auf den Körper wird durch Kälte in dem Krankenraum aber nicht gemindert, sondern (auf regulatorischem Wege) sogar gesteigert; die Wärme darf das Maß der dem Gesunden behaglichen Temperatur nicht überschreiten. Die frische Luft muss zu dem Kranken möglichst Zutritt haben, sie kann ja leider den Genuss der Luft im Freien nie ganz ersetzen. Reinlichkeit und bequemes Lager gehören zu den ersten Forderungen der Krankenpflege. Die Pflegenden können nur durch die selbstloseste Hingabe und Aufopferung ihren Zweck erreichen; sie müssen die Bedürfnisse des Pfleglings errathen und ahnen, und indem sie den inneren Wünschen des Kranken entgegenkommen und sie erfüllen, lösen sie die schönste Pflicht der Menschlichkeit.

Hat der Kranke eine acute Einwirkung überstanden, ist er Reconvalescent oder vielleicht einem langdauernden Siechthum verfallen (chronische Kranke), so treten da der Pflege wieder neue Aufgaben entgegen. Es gilt, psychische Depression fern zu halten, die Lebensfreude zu wecken und rege zu erhalten. Eine zureichende, schmackhafte Diät soll die Kräfte zum Neubeginn der in der Krankheit darniederliegenden Functionen bieten; das Krankenzimmer soll zum behaglichen Wohnraum werden. Nichts jedoch wird so sehr das Heilbestreben fördern, als die Möglichkeit eines behaglichen Aufenthalts im Freien und die Harmlosigkeit des Naturgenusses.

Es bedarf einer umfassenden Aufwendung von Mitteln, Zeit wie Geld, um das kostbare Gut der Gesundheit, wenn es verloren war, wieder zu erwerben, und leider ist es fast nur Wenigen vergönnt, eine ideale Krankenpflege zu finden!

Man erwäge, wie schwer die socialen Verhältnisse eine befriedigende Wartung der Kranken erreichen lassen. Die Wohnungsverhältnisse der Minderbemittelten sind meist der Art, dass wir durch deren unsanitäre Eigenschaften eine Schädigung der Gesunden befürchten müssen, und wo der Kampf um das tägliche Brot die Losung ist, da kann man für die Behaglichkeit eines Kranken und für eine gute Ernährung desselben u. s. w. keinen Aufwand sich erlauben. In vielen Fällen, wie z. B. bei den unverheirateten Personen, fehlt es an jeglicher Pflege, welche der Hilflosen sich annehmen würde.

Die Errichtung öffentlicher Krankenanstalten, ursprünglich Schöpfungen der Humanität und des Wohlthätigkeitssinnes, ist für den heutigen Staat wie für die Gemeinde eine Pflicht, durch welche er der Selbsterhaltung gerecht wird. Es gilt, die durch Krankheit befallenen Glieder der Gesellschaft dieser so bald als möglich wieder zuzuführen.

Das Deutsche Reich besaß 1885 etwa 1760 öffentliche und 458 private Heilanstalten; die mittlere Größe eines Spitales umfasst 42 Betten. Auf etwa 500 Personen trifft ein Bett in einem Spitale. Die durchschnittliche Verpflegszeit beträgt etwa 30 Tage (Rahts).

Der Natur der Erkrankung angepasst, dienen aber manche Krankenanstalten oft nur zur Aufnahme einer Krankenkategorie, z. B. die Gebäranstalten, Kinderspitäler, Blatternhäuser u. s. w.; viel häufiger sind jene Fälle, in denen das Krankenhaus eine allen Kranken zugängliche Heilanstalt darstellt.

Wir werden einer getrennten Behandlung der Häuser für besondere Heilaufgaben uns nicht widmen können, sondern nur die an allgemeine Krankenanstalten zu stellenden hygienischen Anforderungen hier besprechen.

Der Kranke in einem öffentlichen Krankenhaus ist naturgemäß in seiner Lebenshaltung verschieden von Jenen, die sich in Einzelpflege in der Familie befinden.

In den Krankenanstalten sind zumeist eine größere Anzahl von Kranken in einem Raum beisammen; man wird zugeben müssen, dass dabei die Krankenpflege und die den Kranken betreffenden sanitären Verhältnisse nicht mehr so günstige sein können, wie in einer sorgsam durchgebildeten individuellen Pflege.

Das Pflegepersonal ist dem Einzelnen nicht fortwährend zur Hand. In den größeren Räumen treten bei starker Belegung Mängel der Lufterneuerung, der Heizung leicht zu Tage, die Ruhe wird auf die mannigfachste Art gestört; das Wichtigste aber bleibt die Gefahr der Ansteckung eines Kranken durch einen anderen oder durch das Pflegepersonal u. s. w.

Man hat daher vielfach die Meinung ausgesprochen, die Sterblichkeit in den Spitälern sei eine viel bedeutendere, als man sie in der Privatpraxis sehe, die Krankheitsdauer sei eine längere. Die Sachlage ist aber denn doch eine andere, als es nach oberflächlicher Beurtheilung den Anschein hat; in der That mag in früheren Zeiten, als man, namentlich bei chirurgischen Krankheiten, eine sorgfältige Desinfection nicht kannte, bei Wöchnerinnen oder Gebärenden die sonst gebräuchliche Reinlichkeit außer Acht ließ, unter schlechten räumlichen Verhältnissen und Überfüllung litt, gewiss Mancher als Opfer gefallen sein, der bei sorgfältiger Privatbehandlung und ohne der Gefahr der Ansteckung ausgesetzt zu werden, hätte gerettet werden können; heutzutage trifft der Vorwurf nicht mehr zu. Die Vergleichung der Mortalität in den Krankenhäusern mit jener, welche ein Arzt in guter Privatpraxis aufzuweisen hat, ist durchaus unzulässig. Die socialen Unterschiede drücken sich eben auch in der Widerstandskraft des Körpers aus. In den Krankenhäusern suchen naturgemäß auch Leute Hilfe, die einen durch Mühe und Plage, durch Ausschweifung, Alkoholmissbrauch geschwächten Körper haben. Auch der Umstand, dass, wie in Sachsen nachgewiesen ist, in den öffentlichen Krankenanstalten von 100 Kranken 10·4, in den Privatanstalten (1885) aber nur 2·7 sterben, scheint nur auf die Unterschiede in der Bevölkerung hinzuweisen. Damit soll aber nicht gesagt sein, dass es nicht da und dort Mancherlei in den Krankenhäusern zu bessern gäbe. Aber im Großen und Ganzen haben sich die Pflege der Kranken und die für sie gemachten Anforderungen und Aufwendungen außerordentlich gehoben; man kann sagen, dass nirgends versagt wird, was der Kranke für seinen Heilzweck unbedingt fordern darf.

Die Bevölkerung der Krankenhäuser ist durchaus keine homogene; sie besteht einerseits aus den Kranken, welche der ärztlichen Überwachung unterstellt sein müssen, andererseits aus Genesenen, welche allmählich wieder in den vollen Besitz ihrer Kräfte gelangen sollen — den Reconvalescenten. Bei Letzteren ist die Aufgabe des Arztes eine rein diätetische.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Reconvalescenten durchaus nicht in den Krankenhäusern den richtigen Platz zur Pflege haben. Ihre Bedürfnisse sind äußerst verschieden von den Kranken und lassen sich in Gemeinsamkeit mit den Letzteren nur schwer befriedigen. Man wird daher die in der Neuzeit wieder mehr auftauchende Forderung, besondere Reconvalescentenhäuser einzurichten, nur unterstützen können. Wir kommen am Ende dieses Capitels auf diese noch zurück.

Die Krankenanstalten.

a) Lage und Bausystem.

Bei dem Bau eines Krankenhauses wird man zunächst eine sorgfältige Prüfung der Bedürfnisse, nach der Zahl und Art der aufzunehmenden Kranken anzustellen haben.

Die Zahl der Kranken hängt von der Größe des Bezirkes ab, welchem das Krankenhaus genügen soll, aber außerdem von mancherlei Nebenumständen. Auch bezüglich der Art der Kranken bestehen local die größten Verschiedenheiten. In allgemeinen Krankenhäusern hängt die Zahl der innerlich Kranken, chirurgisch Kranken, Haut- und Augenkranken vielfach von den Erwerbsverhältnissen und der Industrieweise einer Bevölkerung ab; auch davon, ob es sich um eine großstädtische oder Landbevölkerung handelt. Noch weit wichtiger erweisen sich vielfach die Erfahrung und der Ruf des leitenden Arztes. Ein guter Chirurg füllt sein Krankenhaus bald mit operativen Fällen, an denen sein Vorgänger vielleicht vollkommen Mangel hatte. Man wird also zweckmäßigerweise auf diese schwankenden Verhältnisse bei der baulichen Anlagen von Krankenhäusern gebürend Rücksicht nehmen müssen.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Ausdehnung der Krankenzahl für ein Krankenhaus zu beschränken und lieber mehrere mittelgroße Krankenhäuser an verschiedenen Orten anzulegen, als zu sehr zu centralisieren. Manche glauben, 150 bis 200 oder 500 bis 600 Betten als Grenze angeben zu sollen.

Der Bauplatz soll ausreichend bemessen sein und etwaige Vergrößerungen und Ergänzungsbauten zulassen; die Größe des zu erwerbenden Terrains hängt außer von der Krankenzahl von der Bauart ab. Führt man mehrstöckige Gebäude auf, so sind für ein Bett 100 m^2 Bodenfläche nothwendig; in dieser Fläche ist der Raum für Nebengebäude und Gartenanlagen mit inbegriffen. Baut man nur einstöckige Gebäude, so muss die Bodenfläche zu 150 m^2 genommen werden. Wenn auch für Blattern-, Flecktyphuskranke u. s. w., also höchst contagiöse Krankheiten, Isolierräume geschaffen werden sollen, so hat man wegen der größeren räumlichen Entfernung für diese Gebäude von den übrigen bis zu 200 m^2 im Durchschnitt zu berechnen (Degen). Bei den Krankenanstalten wird meist zu wenig auf ein Gartenareal, das den Patienten zur Erholung dienen könnte, Rücksicht genommen.

Ein Krankenhaus soll nicht zu entfernt von dem Gebiete liegen, aus welchem die ihm zuzuführenden Kranken stammen, damit einerseits die Zubringung der Patienten erleichtert und der Verkehr der Angehörigen kein zu schwieriger sei. Communicationsmittel, wie Pferdebahnen z. B., können die entfernte Lage eines Krankenhauses nicht abgleichen, da diese öffentlichen Communicationsmittel für Krankentransport und Krankenverkehr nicht benutzt werden sollen. Von den angrenzenden Häusern sollen die Krankenhausanlagen thunlichst weit durch freien Raum getrennt bleiben.

Um die großen Krankenhäuser etwas entfernter von den Städten anlegen zu können, sucht man dem Bedürfnis bei plötzlichen schweren Erkrankungen oder Unglücksfällen dadurch gerecht zu werden, dass man inmitten der Stadt kleine Krankenasyle von 10 bis 12 Betten

errichtet; die transportablen Kranken werden von da nach dem großen Krankenhause überführt.

Als Baugrund eignet sich trockener Grund mit tiefliegendem Grundwasserspiegel, am besten etwas über die Umgebung erhöhtes Terrain; die Entwässerung des Bodens wird dabei am günstigsten durchzuführen sein. Krankenhäuser an Flüssen und stagnierendem Wasser zu bauen, ist fast ausnahmslos unzweckmäßig. Abgesehen von den an stagnierendem Wasser mitunter gegebenen Infectionsgefahren ist namentlich der in solcher Lage gegebene höhere Feuchtigkeitsgehalt der Luft, die Tendenz der Nebelbildung, im Sommer die Belästigung durch Mücken etwas den Kranken durchaus Unangepasstes. Manche schlagen vor, die Stellung des Krankenhauses so zu wählen, dass die herrschende Windrichtung nicht die Stadtluft ihm zuführe; dies wird nur in exceptionellen Fällen, in denen etwa starke Rauchbelästigung zu fürchten ist, in Frage kommen. Nicht unwesentlich ist bei Auswahl in unserem Klima der Schutz gegen rauhe Winde und die Wahl der Bodenneigung. Wenn man hügeliges Gelände wählen kann, eignet sich vor Allem der Südabhang einer solchen zur Anlage von Krankenhäusern.

Für die Krankenhäuser werden sehr verschiedene Bausysteme angewendet; man kann aber nicht sagen, dass die Nothwendigkeit der eingeführten sogenannten Verbesserungen jedesmal durch geeignete objective Beweisführung erbracht und durch die nachfolgenden Heilresultate sichergestellt wäre. Man hat weit mehr, wenn man die verschiedenen Krankenhäuser überblickt, den Eindruck, dass nicht der Architekt uns ein gesundes Krankenhaus schaffen kann, sondern dass dies zum mindesten ebensosehr in den Händen der guten Leitung und eines guten Wartepersonals liegt.

a) Das Corridorsystem. Die älteren Krankenhäuser sind aus dem Stil für Privatwohngebäude herausgewachsen. In einem großen mehrstöckigen Gebäude hatte man in den unteren Etagen die Verwaltung, Küche und Waschküche untergebracht, in den oberen liegen die Kranken.

Die Krankenzimmer liegen einen Corridor entlang eines neben dem anderen, und dazwischen eingebaut Wärterräume, Theeküchen, Abtritte. Vielfach waren diese Bauten im Viereck angeordnet mit einem gefängnisartigen Hofe in der Mitte, letzterer bisweilen auch als Gärtchen bepflanzt. Der Hauptnachtheil solcher Anlagen besteht in ihrer ungenügenden Lüftung, die, wenigstens bei natürlicher Ventilation, nur mittelst der ins Freie gehenden Fenster erfolgen kann. Die Säle haben, wenn sie tief sind, etwas Finsteres und Unbehagliches. Die Lufterneuerung muss vielfach durch den Corridor stattfinden; bei dem Öffnen der Thüre wird stets die Corridorluft in den Krankenraum treten. Dies ermöglicht auch leicht die Übertragung von Krankheitskeimen von einem Saal in den anderen. Weitaus das Bedenklichste der ganzen Einrichtung besteht offenbar in dem häufigen Verkehr zwischen den einzelnen Krankensälen durch Halbgenesene und das Wartepersonal, ferner in der Benutzung von Gegenständen durch das Personal zweier getrennter Säle u. dgl. Auch der Verkehr der Bewohner verschiedener Stockwerke untereinander ist leicht möglich; ferner besteht eine

aufsteigende Ventilation von den unteren Stockwerken nach den oberen im Treppenhause, wohl selten aber findet die Verschleppung von Krankheitsstoffen durch einen von einem Fenster zu dem höher gelegenen sich entwickelnden Luftstrom statt.

Trotz der Übelstände des Corridorbaues wird man dieselben nicht mit einem Schlage aus der Welt schaffen können. Gerade für kleine Krankenhäuser wird nicht immer eine Trennung und Separation aller Krankenräume stattfinden können. Selbst bei mittelgroßen Bauten hält man vielfach noch für leichtere Kranke, deren Unterbringung in einem Corridorbau, der zugleich Verwaltung und Küche u. dgl. enthält, für angezeigt.

Jedenfalls dürfen die Corridore nur an einer Seite mit Krankensälen in Verbindung stehen und sollen an beiden Enden mit Fenstern versehen sein. Die Stockwerke werden voneinander möglichst isoliert, durch dichte gewölbte Decken, gute Böden, Thüren an den Treppenaufgängen; die Abtritte werden in Vorbauten gelegt. Auf die Lüftung ist wesentlich Gewicht zu legen. In manchen älteren Krankenhäusern sind bisweilen durch günstige natürliche oder künstliche Ventilation (Ventilatoren) sogar recht befriedigende Verhältnisse hergestellt. Wenn die Verhältnisse es irgend gestatten, wird man von Corridorbauten einen nur beschränkten Gebrauch machen.

b) Das Pavillonsystem (Decentralisation). Die Verwaltung befindet sich in einem oder mehreren getrennten Gebäuden, die Kranken in den Pavillons. Letztere haben nur die Breite eines Saales und erhalten von zwei Seiten Licht und Luft, an den Schmalseiten derselben sind die für jeden Krankensaal nöthigen Nebenlocalitäten angebracht. Die Pavillons sind entweder ein- oder zweistöckig gebaut; sie stehen untereinander entweder gar nicht, oder bisweilen durch gedeckte Gänge in Verbindung. Die einstöckigen Bauten leichterer Bauart werden auch Baracken genannt. Das Corridor- wie Pavillonsystem finden wir nicht immer rein durchgeführt, in der Mehrzahl der Fälle begegnet man gemischten Anlagen. Der Hauptvortheil des Pavillonsystems liegt in der Decentralisierung und der Vermeidung inniger Berührung der Kranken und des Wärterpersonals untereinander. Zweistöckige Pavillons sind meist vollständig unterkellert, einstöckige Baracken bisweilen flach dem Boden aufgesetzt. Letzteres ist durchaus nicht überall zulässig, nur bei völlig trockenem, durchlässigem Boden. Besser ist es jedenfalls, wenn unter allen Umständen eine freie Luftschicht unter dem Fußboden bleibt.

Die Stellung der Gebäude muss einen freien Zutritt der Sonne gestatten. Ihre Anordnung bei dem Pavillonsystem ist eine sehr wechselnde und gibt solange zu keinen hygienischen Bedenken Anlass, als Licht und Luft keinem der Gebäude verkümmert werden. Bei horizontaler Lage soll der Abstand etwa das Doppelte der Gebäudehöhe betragen.

Nachstehende Fig. 232 zeigt als Beispiel die Lage der Pavillons im Friedrichshain-Krankenhaus zu Berlin.

b) Bedürfnisse der Verwaltung.

Die Bedürfnisse der Verwaltung eines Krankenhauses gestalten sich an den einzelnen Orten verschieden, doch lassen sich gewisse allgemeine Anforderungen recht wohl stellen. Man bedarf zunächst der

Aufnahmsräume für Kranke, in welchen die Personalien u. s. w. festgestellt werden; an diese schließen sich naturgemäß bei größeren Betrieben die Verwaltungsbureaux an.

Ein ärztliches Dienstzimmer, eventuell mit Handapotheke verbunden, muss den Aufnahmebureaux nahe liegen, um die sofortige Untersuchung der zugehenden Kranken vornehmen zu können. Bei großen Anstalten, weiter Entfernung von der Stadt ist es lohnend, die Arzneiherstellung in eigener Apotheke vornehmen zu lassen. Die aufzunehmenden Kranken sollen thunlichst vor ihrer Zuweisung nach den Krankensälen gebadet werden, hier ihre Kleidung zur Aufbewahrung abgeben und die Anstaltskleidung erhalten; eine Badezelle zu diesem Behufe ist daher, den Aufnahmsräumen nahe gelegen, vorzusehen.

Die Kleider der Patienten sollen unter keinen Umständen mit in den Krankensaal zugelassen werden, sondern in einem besonderen Raum, dem Kleidermagazin, nach vorheriger Desinfection verwahrt werden. Das Kleidermagazin wird trocken und luftig angelegt, die Kleider auf Lattengerüste gelagert.

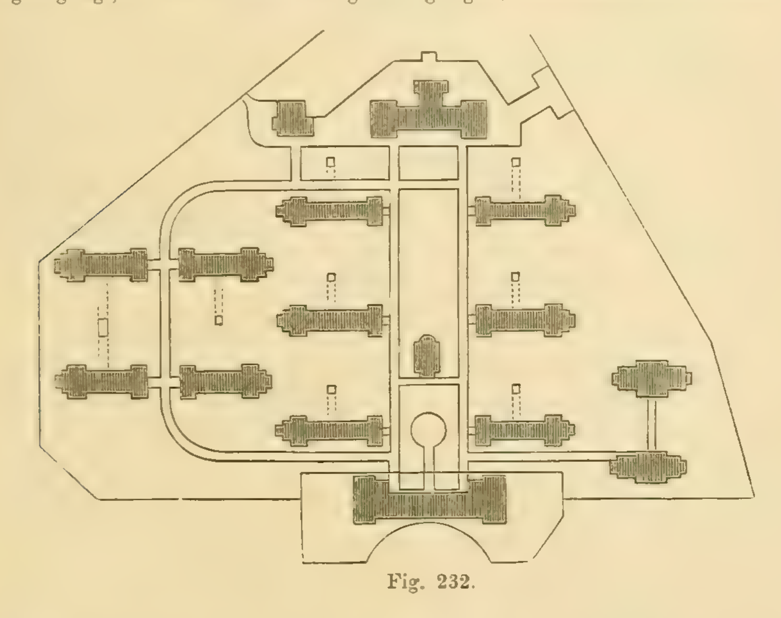


Fig. 232.

Ein wesentliches Erfordernis ist eine gut eingerichtete Küche mit den nöthigen Nebenlocalitäten.

Der Betrieb geschieht in den Küchen meist mit Dampfheizung in kupfernen, der Abnutzung leider stark ausgesetzten Kesseln. In diesen werden die Suppe, das Fleisch, die Gemüse, breiartige Speisen zubereitet. Außerdem ist ein besonderer Bratherd (und ein Reservekochherd), Kaffeekochapparat und ein Wärmetisch, zum Warmhalten von Speisen, nothwendig. Die Neuerung der patentierten Öfen, wie z. B. das Becker'sche Verfahren u. s. w., liefert nicht immer für jeden Gaumen schmackhafte Kost. Das Entweichen von Dämpfen, das die letzteren Apparate, um an Wärme zu sparen, beschränken, hat einen wesentlichen Zweck für den Wohlgeschmack. Bei dem Kochen wird vielfach der uns unangenehm riechende Beigeschmack aus Speisen entfernt und verjagt. Auch ist es unzulässig, alle möglichen Speisen in einem Raume zu kochen.

Der Boden der Küche wird am besten mit Mettlacher Platten gedeckt. Eine Schwierigkeit liegt meist in der Lüftung der Küche und in der mächtigen Schwadenbildung. Die Vermeidung der letzteren gelingt in den Wintermonaten nur bei Zuleitung von gewärmter Luft und Erwärmung der in einem Ventilationsschlot abziehenden Luft. Von der Küche aus werden die Speisen in größeren Gefäßen in einem Speisewagen bei größeren Wegstrecken auf die einzelnen Abtheilungen gebracht und in der Theeküche mit dem dortigen Inventar in einzelne Portionen vertheilt. Mehr Aufmerk-

samkeit muss in den meisten Krankenhäusern auf ein geschmackerregendes Servieren gelegt werden. Fleisch und Gemüse oder Suppe und Fleisch nur zusammen anzubieten, trägt nicht zur Appetiterregung bei.

Von der Küche getrennt soll der Gemüseputzraum sein, ferner ein Spülraum für die Geschirre, und ein Aufbewahrungsraum für dieselben; in kleinen Betrieben werden die beiden ersteren zusammengelegt. Auf möglichste Helligkeit der Räume ist Rücksicht zu nehmen. Die Nahrungsmittel lagern in den Vorrathsräumen. Leicht faulende, z. B. Fleisch, können in einem gut ventilierten (durch Kamin mit Gasflamme), vor Staub geschützten Raume lange Zeit frisch erhalten werden; oder man bringt sie in den für jede Krankenanstalt nothwendigen Eiskeller.

Die Waschküche ist ausgestattet mit den nöthigen Utensilien für Maschinenbetrieb, nur bei den kleinsten Anlagen wird man davon absehen. Häufig wird die Küche mit der Waschküche in ein Gebäude zusammengelegt; besser ist die Trennung.

In dem Hauptwaschraum finden die Bottiche Platz, in denen die Wäsche mit Soda und Seife gekocht wird, ferner die Waschapparate, die Spülbottiche mit reinem Wasser, die Centrifuge, welche die Stelle des Ausringens der Handarbeit vertritt. In manchen Fällen sind für die Wäsche von Infectionskranken besondere Kochbottiche aufgestellt. Der Waschraum erhält einen Boden mit Mettlacher Platten und muss gut ventiliert sein. Die frische Luft soll im Winter vorgewärmt eingeleitet werden.

Neben der Waschküche befindet sich der Dampftrockenraum; bei großen Betrieben ein Rotationsapparat, in welchem Ketten (ohne Ende), über Walzen laufend, die Wäsche, an Holzstangen aufgehängt, durch einen eisernen, stark geheizten und ventilierten Kasten führen. Hat die Wäsche den Raum durchwandert, so wird selbstthätig Wäsche und Holzstange abgeworfen. Für kleinere Betriebe finden die Schimmel'schen Coulissenapparate Anwendung. Im Sommer bedient man sich der Trocknung im Freien oder auf einem Trockenboden. Das Trocknen an der Sonne ist wegen der bleichenden Wirkung der Sonnenstrahlen wichtig.

Außerdem ist der Mangel- und Bügelraum, der zugleich als Flickraum verwendet wird, nöthig.

Die gereinigte Wäsche gelangt in den Vorrathsraum, in welchem sie aufbewahrt wird; zum Theil gelangt sie alsbald nach den Krankenabtheilungen zurück.

In dem Waschhause sind auch die Zimmer für die Bediensteten unterzubringen.

Besondere Aufmerksamkeit verdient die Abgabe der schmutzigen und die Neuausgabe der frischen Wäsche. Dieselbe soll nicht von dem nämlichen Orte aus erfolgen, sondern von getrennten Plätzen; die schmutzige Wäsche wird bis zur Bearbeitung auf luftigen Horden von Latten ausgebreitet; zum Transport frischer und beschmutzter Wäsche dürfen nicht dieselben Körbe oder dgl. benutzt werden. Die Wäsche von Kranken, die an ansteckender Krankheit leiden, wird am besten durch einen farbigen Durchschlag bezeichnet und von der übrigen unterschieden.

Jedes Krankenhaus bedarf eines Desinfectionsraumes, der von den übrigen Räumen getrennt ist. Nach dem heutigen Stande der Desinfectionslehre können nur Apparate mit strömendem Wasserdampf genügende Gewähr für die Durchführung bieten (s. später unter Desinfection).

Das Leichenhaus mit Sectionsraum, Keller u. s. w. ausgestattet, sollte, was aber leider so häufig übersehen wird, nie in unmittelbarer Nähe der Krankenräume sein, noch weniger aber mit Krankenräumen Wand an Wand grenzend.

Bei großen Anlagen sind zum Betrieb der Wäscherei, der Küche, zur Heizung von Badewasser u. dgl. Dampfkesselanlagen nöthig, in geeigneter Entfernung von den Krankenräumen. Auch mit Rücksicht auf die Ruhe der Kranken gehört ein Kesselraum nicht in die nächste Nähe der Patienten.

Die ganze Krankenhausanlage bedarf einer hygienisch richtig geleiteten Canalisation des Bodens, und einer sehr reichlichen Zufuhr von gutem, allen sanitären Anforderungen entsprechendem Wasser.

c) *Anforderungen an die Krankenräume.*

Die Krankenräume müssen baulich aus bestem Material ausgeführt werden, die Zugänge und Treppen genügend Platz bieten. Haupttreppen mache man mindestens 1·6 *m* breit, gerade ansteigend, mit Ruheplätzen, guter Beleuchtung und so, dass sie volle Feuersicherheit Gewähr leisten. Die einzelne Stufe 0·3 *m* breit, und 0·13 *m* hoch. Das Geländer soll namentlich Solche, welche Beschwerden beim Gehen und dgl. Anstrengungen haben, als Hilfsmittel dienen. Thüren als Flügelthüren müssen 1·25 *m* breit, einfache Thüren nicht unter 1 *m* breit sein.

Wenn Kellergeschosse, wie z. B. in zweistöckigen Pavillons u. dgl. angelegt werden, so sollen diese nie in freier Verbindung auch nur mit den zu den Krankenräumen führenden Corridoren stehen. Fast ausnahmslos werden die Keller, wenn sie leicht zugänglich sind, missbräuchlich zur Anlagerung von allen möglichen Gegenständen, selbst beschmutztem Stroh, Matratzen u. dgl. benutzt und bringen nur Gefahr für das Haus mit sich. Für die Anlegung trockener Keller gelten die allgemeinen, früher gegebenen Bauregeln.

Krankenräume nach Souterrainlocalitäten, welche mehr oder minder in den Boden eingebaut sind, sollten absolut ausgeschlossen sein; trotzdem gibt es deren heutzutage noch in neuangelegten Bauten. Die Kranken sind in diesen schlecht lüftbaren, lichtarmen niedrigen Räumen gefängnisartig eingeschlossen; namentlich Hautkranke werden in derartigen Räumen interniert.

Krankenzimmer sind in verschiedener Größe nothwendig. Kleinere zu 1 bis 2 Betten für Kranke, deren Zusammensein mit anderen unzulässig ist, z. B. ansteckende Kranke, Delirierende u. s. w., und eigentliche Krankensäle bis zu 24 Betten. Die Kranken müssen nach ihrem Geschlecht getrennt werden. Kinder werden meist der Frauenabtheilung zugeführt, da sie hier besser gepflegt und behütet werden. Auch je nach der Art der Erkrankung soll thunlichst eine Trennung der Kranken eintreten. Eine sehr große Krankenzahl in einem Raume zu vereinigen, empfiehlt sich durchaus nicht. Wenn es schon als eine wichtige Aufgabe gelten muss, ein Krankenhaus nie an einer Stelle zu errichten, an welcher man Straßenlärm zu erwarten hat, so müsste der Kranke ebenso ängstlich vor aller Unruhe im Innern des Krankensaales bewahrt bleiben; leider ist dies nur sehr unvollkommen durchzuführen. In manchen Fällen werden behufs des Unterrichts die Schüler in die Krankensäle zugelassen, das Kommen, Gehen, Sprechen wirkt belästigend. Am schlimmsten aber stören die Kranken selbst ihre gegenseitige Ruhe.

Der Lungenkranke hustet, Schmerzleidende ächzen und stöhnen, der Fiebernde lärmt und deliriert, die Benutzung der Nachtstühle, der Uringläser macht Geräusch, die Betten knarren, das Essen der Patienten belästigt Jene, welche um diese Zeit Verlangen nach Schlaf haben, der Besuch der Ärzte, der Bekannten und Verwandten macht Lärm, und in größte psychische Aufregung versetzt die Kranken das Wegtragen eines Todten. Die vielfach festgehaltene Maßregel, des Abends Gestorbene in den Krankenräumen bis zum nächsten Morgen liegen zu lassen, sollte thunlichst beseitigt werden.

Die Störung der Ruhe geht manchmal auch von den Ökonomiegebäuden aus, wenn diese zu nahe an die Krankenräume herangerückt sind. Die wirksame Durchführung einer Krankenpflege müsste auf eine thunlichste Schonung der Kranken hinwirken.

Die Krankensäle sollen für den einzelnen Kranken einen genügenden Luftkubus gewähren, damit einerseits ein ausreichender Luftwechsel stattfinde und andererseits die Überfüllung der Räume vermieden werde. Je bedenklicher die Erkrankung ist, desto weniger ist eine dichte Lagerung der Kranken erlaubt und desto leichter leiden dieselben unter etwaigen insanitären Verhältnissen. Man verlangt daher für die einzelnen Krankheitsarten auch Verschiedenheiten im Luftkubus. Während man bei Gesunden denselben oft gering wählen kann, wenn nur bei kleinem Luftkubus eine lebhafte Ventilation vorhanden ist, darf man bei Kranken dies Princip nicht gelten lassen. Die räumlich enge Lagerung der Kranken verschlechtert wegen des stäubenden Materials, das z. B. die Betten darstellen, stets die Luft sehr, hemmt die Krankenpflege in der Hantierung, beengt den Patienten, der zu nahe dem Nächsten liegt und erhöht die Gefahren der Spitalinfection.

Eine stündliche dreifache Lüftung ist eine gute Ventilationsleistung; da man im allgemeinen eher weniger erwarten darf, so hat man gesagt, man solle den Luftkubus nur mit Hinsicht auf eine zweimalige Lüftung berechnen. Dann hätte man nöthig als Luftraum:

für leichte chronische Kranke 40 m^3
„ fiebernde Kranke . . . 50 m^3
„ verwundete Kranke . . 60 m^3

Nimmt man für Säle eine Höhe von 4·5 *m* (Einzelzimmer macht man nur 3·5 bis 4 *m* hoch) an, so trifft auf ein Bett 8·9, 10·0 bis 13·3 m^2 Bodenfläche (Degen), die sich bei 5 *m* Höhe auf 8, 9, 12 m^2 reducieren würde.

Die Ventilation der Krankenräume kann nach allen früher bereits angegebenen Methoden bewirkt werden; die Ventilation durch Luftcanäle hat ihre Bedenken, weil diese, wie man sich allerorts überzeugen kann, von Staub durchsetzt zu sein pflegen; doch wird man ohne sie nicht in allen Fällen auskommen. Schwierig ist es, eine genügende Ventilation zu erreichen, wenn, wie in den Corridorbauten, für die natürliche Luftbewegung nur Fenster an einer Seite des Saales zur Verfügung stehen und die Mauerventilation nach allen Richtungen hin gehemmt ist.

Es ist ein ungeheuerer Vorzug aller Pavillonbauten, dass sie die Lüftung in hohem Grade erleichtern, mindestens je zwei Saalflächen stehen mit der freien Luft in Communication. Die Mauern sind weniger dick, gestatten bei stärkerem Winddruck sogar eine Betheiligung derselben an der Lufterneuerung, die einfachen und wirksamen Ventilationsformen kann man in ausgiebigster Weise benutzen, wie z. B. besonders die Ventilation mittelst aufklappbarer Oberscheiben, welche so ungeheueren Lüftungseffect hat. Ohne Schwierigkeiten bringt man die Fensterfläche auf etwa ein Fünftel der Bodenfläche.

In einstöckigen Pavillons hat man noch außerdem die Firstventilation zur Verfügung; sicherlich kann man bei sorgsamer und nicht gar zu sparsamer Heizung mit den einfachsten Mitteln der Ventilation

auch zur Frühlings- und Herbstzeit die besten Effecte erzielen. Zur Luftzuleitung sollen aber nur besondere Luftcanäle angelegt werden; die im Winter oder überhaupt an kalten Tagen eintretende Luft muss vorgewärmt werden.

Neben den Maßnahmen für die Ventilation muss Reinlichkeit in Krankensälen zur ersten Pflicht gemacht werden.

Schon der Umstand, dass die Kranken häufig körperlich unreinlicher sind wie Gesunde, dass Eiterbildung, Auswurfstoffe, Verbandmittel, Medicamente die verschiedenartigsten Gerüche abgeben, die auf das Wohlbefinden durchwegs keinen günstigen Einfluss haben können, macht die Beseitigung all dieser Schädlichkeiten soweit möglich zur Pflicht. Die Wäsche muss reichlich sein, um einen häufigen Wechsel zu gestatten. Das Bettzeug soll deshalb für jedes Bett mindestens in doppelter Zahl angeschafft werden. Die schmutzige Wäsche muss täglich an die Waschküche abgegeben werden. Das längere Lagern in den Zimmern ist absolut unzulässig. Abfallendes Verbandzeug muss verbrannt werden. Diese Maßregel wird leider an vielen Orten gegen den Willen der Ärzte umgangen. Die Verbandstoffe werden zumeist in der Feuerung der Dampfkessel verbrannt, oder doch zu diesem Zwecke beiseite geschafft. Viel Verbandmaterial stört aber die Heizung des Kessels, weswegen dann die Verbrennung häufig unterbleibt. Die mit Eiter u. s. w. beschmutzte Verbandwolle wird an Wattefabrikanten verkauft und ohne weitere Desinfection zu gefärbter Watte verarbeitet.

Das Abstauben in den Krankenräumen soll thunlichst vermieden, nur mit feuchten Tüchern gereinigt und viel häufiger gescheuert werden, als man im allgemeinen wahrnimmt.

Zur Heizung bedient man sich verschiedenartiger Systeme; der Hauptwert ist auf die Gleichmäßigkeit der Temperatur zu legen. Größerer oder geringerer Feuchtigkeitsgrad der Luft sind von geringerer Bedeutung als in anderen Fällen. Mantelöfen mit Luftzufuhr trifft man bei einfachen Anlagen, in den kleineren Zimmern meist Kachelöfen. Einfache eiserne Öfen aber sind ganz unzulässig. Bei größeren Complexen bedient man sich centralisierter Systeme, der Warmwasserheizung oder Dampfheizung, in beschränktem Masse der Luftheizung. Am häufigsten bedient man sich in neuester Zeit der Combination mehrerer Systeme. Einfache Dampfheizungen geben wegen der mannigfachen Geräusche zu häufigen Klagen Veranlassung; selbst für Bäder ist die directe Versorgung mit Dampf absolut zu vermeiden. Die hohen Temperaturen der Heizflächen sind störend. Am günstigsten gestaltet sich die Einrichtung, wenn man den Dampf nur als Transportmittel für die Wärme nach den einzelnen Gebäuden und Pavillons benutzt, in den Gebäuden selbst aber die Beheizung der Räume durch eine Warmwasserheizung vornimmt; diese liefert auch das Wasser für die Badewannen. Rippenheizkörper verringern den für die Heizung nothwendigen Raum.

In manchen Fällen bedient man sich der Warmwasserheizung und Niederdruckdampfheizung mit in Einzelgebäuden getrennter Feuerung. Die Bedienung wird dabei aber schwierig; eine Abhilfe können aber die selbst regulierenden Heizanlagen liefern, welche in immer befriedigenderer Weise hergestellt werden. (S. früher unter Heizung.)

Die Warmwasserheizung oder Dampfheizung wird so installiert, dass an den Fensterflächen Rohre oder Rippenkörper angebracht werden, ferner an den beiden Enden eines Saales und innerhalb des Luftzuführungscanals, um vorgewärmte Luft während der Wintermonate zu erhalten. Das ist also, wenn man so sagen will, die Combination mit einer Luftheizanlage.

Zur Flur- und Corridorheizung kann man bei Centralheizungen einfache Röhrenstränge benutzen. Man legt sie an die Außenwand.

Die Ventilationskamine für die abzuführende Luft werden behufs Aspiration mit Abzweigungen einer Dampfheizung u. dgl. versehen.

Ein neuer und glücklicher Griff scheint die Bodenheizung; zuerst in Windisch in der Schweiz, dann im großen Stil im Hamburger Krankenhaus versucht. Jede Beheizungsart, von ersterer abgesehen, lässt den Boden nur ungenügend sich erwärmen. Die warme Luft steigt von dem Heizkörper nach oben. Die Bodenheizung greift da ein, wo sonst die größten Mängel der Heizung bestehen Unter dem Boden liegen Canäle. schliefbar; in diesen die Röhren zur Erwärmung des Bodens. Verwendet ist eine Niederdruckdampfheizung mit selbstthätiger Regulation. Die Bodentemperatur ist um 3 bis 4° höher als die Lufttemperatur.

Die Beleuchtung eines Krankenhauses braucht keine übermäßig reichliche zu sein. Am besten wäre Glühlichtbeleuchtung.

Jeder Kranke bedarf einer guten und bequemen Lagerstätte.

Die Betten sollen genügend groß (2 *m* lang, 1 *m* breit) sein. Die Höhe 0·6 *m*. Es sind nur eiserne Bettstellen mit Fußbrett zulässig. Strohsäcke sind für die Kranken unzweckmäßig, man verwendet jetzt allgemein Matratzen, Metall-Federmatratzen der mannigfaltigsten Construction, solche mit zahlreichen Federn, oder bei geringer Federzahl, mit einer Auflage von Holzlatten; eintheilig bis dreitheilig. Auf die Federmatratze wird die Rosshaar- oder Seegrasmatratze gelegt, oder die Federmatratze ist direct überpolstert. Das Leintuch, das Kopfpolster, zwei Wolldecken (2·2 *m* lang, 1·5 breit, von 2 bis 2·5 *kg* Gewicht), mit Leinen überzogen, vervollständigen das Inventar. Die Betten sollen nicht nahe an Wand und Fenster gerückt werden, sondern mindestens 30 *cm* entfernt. Jeder Kranke erhält ein Tischchen und Stuhl; ersteres kann ganz aus Eisen und Glas construiert werden, letzterer aus Eisen hat nur eine Sitzplatte von Holz.

Die Böden werden am besten mit Mettlacherfliesen belegt oder in Terrazzo hergestellt. In letzterem Falle können die Fußleisten entbehrt und an der Wandung das Terrazzo in diese allmählich übergehen; Cocosmatten u. dgl. können und müssen vermieden werden. Die Böden sollen absolut dicht sein. Liegen Geschosse übereinander, so sind flache Gewölbe durchzubilden. Asphaltierungen eignen sich auch nicht für Abtritte und Spülküchen. Gegen das Gefühl der Kühle des Bodens, das aber nur bei ganz ungenügender Heizung und schlechter Bodenisolierung störend wird, kann das Wärterpersonal sich genügend durch warmes Schuhwerk schützen.

Die Staubablagerungen treten häufig in den Ecken der Säle auf, weil hier die Luftbewegung verringert ist; man rundet deshalb namentlich die Plafondecken ab. Zur Anlage kreisförmiger Säle oder kuppelförmiger Anlage liegt keine Veranlassung vor. Eine sorgsame Reinlichkeit wird die geringe Staubablagerung zu beseitigen vermögen. Die Wände sollen glatt verputzt, am besten bis 2 *m* Höhe mit Ölanstrich versehen sein. Zimmer, welche häufig mit Infectionskranken belegt werden, erhalten einen completen Ölanstrich.

Jeder Krankensaal bedarf gewisser Nebenlocalitäten, wie solche ja auch für mehrere Einzelzimmer zusammengenommen, gleichfalls benöthigt werden. Wir werden uns aber hier auf die Besprechung der Bauanlage von Sälen, und zwar jener der Baracken oder Pavilonbauten, beschränken.

Die Nebenlocalitäten sind: 1. ein Wärterzimmer, 2. ein bis drei Isolierzimmer für unruhige Kranke, 3. Abortanlage, 4. Theeküche, 5. Bad, 6. Raum für Putzgeschirre, 7. der Tagesraum.

Die Vertheilung dieser Räume kann bei ein- bis zweistöckigen Pavillons so erfolgen, dass sie auf die beiden Enden der Säle vertheilt werden. Ein Schema gibt untenstehende Zeichnung (Fig. 233). An den Eingang *E* schließen sich das Isolierzimmer *I* und das Wärterzimmer *W*, ein besonders zu lüftender Corridor *Fl* führt in den Krankenraum *K*. Der Corridor kann zur Aufbewahrung von Schränken mit reiner Wäsche benutzt werden. Von dem Krankenraum gelangt man links nach dem Vorraum *V*, der durch zwei Fenster lüftbar ist und zur Isolierung der Abtrittlocalitäten dient. An *V* stößt der Putzraum *P* der zur Vornahme der Reinigung der Uringläser und zur Aufbewahrung der Putzgeschirre und Besen dient, von dort nach den Aborten *A*. Nach rechts besteht directe Communication mit dem Baderaum *B*, in welchem sich auch Waschbecken für rüstigere Kranke befinden. Der Tagesraum *T* nimmt die nicht bettlägerigen Patienten auf, an diese schließt die Theeküche und der Spülraum für Essgeschirre sich an. Alle Räume sind voneinander durch voll ausgebaute Wände getrennt; alle im Winter geheizt.

Wird die Bettenzahl größer, dann müssen auch die Nebenlocalitäten etwas vermehrt werden, z. B. mehrere Isolierzimmer, größere Baderäume, für je 10 Kranke ein Abort mehr vorgesehen werden u. s. w. Doppelpavillons, nie so zweckmäßig wie einzelne, enthalten die Badezimmer, Closets u. s. w. meist in einem Mittelbau, der bei einstöckigen Gebäuden durch einen laternenartigen Aufsatz Lüftung und Licht erhalten kann.

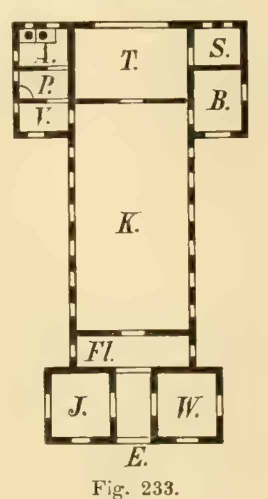


Fig. 233.

Die schmutzige Wäsche wird in dichten Kästen auf dem Corridor aufbewahrt, wenn die sofortige Unterbringung nach der Waschanstalt nicht möglich ist. Die Einrichtung von Röhren, die nach dem Souterrain führen und zum Beiseitebringen der Wäsche dienen, ist unzweckmäßig. Sie verstopfen sich nicht zu selten und geben häufig zu einer widerlichen Beschmutzung Veranlassung, wenn die Wäsche z. B. durch Fäcalien verunreinigt war. Bei jedesmaligem Öffnen oder Offenstehenlassen bewegt sich die Luft nach oben, also dem Krankenraum (beziehungsweise Corridor) zu.

Sehr empfehlenswert wäre es, wenn man die neu eintretenden Kranken nicht sofort nach den größeren Sälen brächte, sondern erst nach mehrtägiger Beobachtungszeit, wenn die Diagnose vollkommen sicher steht, oder doch das Fehlen einer Infectionskranheit nachgewiesen ist. Ansteckende Kranke werden nach einem Isolierpavillon gebracht.

Die Krankenpflege.

Die Gewinnung eines tauglichen Krankenpflegepersonals ist mit den allergrößten Schwierigkeiten verbunden; die Durchbildung einer mehr individuellen Behandlung und Separierung der Kranken könnte heutzutage wohl nur selten erreicht werden.

Leider müssen an manchen Orten wegen Mangel an Geldmitteln theils verkommene Subjecte aller Ort, theils Leute der niedersten Volks-

classen als Krankenpfleger verwendet werden; Unverstand, Roheit, Gewinnsucht erzeugen beständige Collisionen. Meist kann nur die strengste Disciplin einigermaßen Ordnung schaffen. Der Kranke kann sich in solcher Pflege aber niemals wohl fühlen.

Die weibliche Krankenpflege ist die sorgsamste, ruhigste und gewandteste; daneben sind aber in beschränktem Maße Hilfsdiener nothwendig. Nur dort kann die Pflege alle ihre Wohlthaten entfalten, wo sie keine gewerbsmäßige ist, sondern mit Liebe geleistet wird, als Lebensaufgabe. Daher wird die beste Pflege stets in den Händen religiöser Genossenschaften sein; die da und dort vorkommenden Übergriffe und religiösen Beeinflussungen wird man als das geringere Übel mit in Kauf nehmen müssen. Der Arzt ist in seinem Heilerfolge bei einem guten Pflegepersonal sicherer als sonst.

Ein gewisser Bildungsgrad ist bei der Krankenpflege unbedingt nothwendig, einerseits um die ärztlichen Befehle ordentlich auszuführen, andererseits um chronische Kranke und Reconvalescenten auch psychisch beeinflussen zu können. Die Güte eines Krankenhauses hängt ebensosehr, wie von der richtigen Bauweise, von einem guten Pflegepersonal ab.

Reconvalescentenanstalten.

Die Reconvalescenten haben in Gemeinschaft mit den übrigen Kranken keinen gesundheitsförderlichen Aufenthalt. Sie sind noch beständig den Gefahren der Übertragung von Krankheiten ausgesetzt; das Zusammensein mit Kranken wirkt psychisch ungünstig ein. Die Aufgabe des Arztes ist an ihnen zum Abschluss gebracht; gute Ernährung, frische Luft tragen allein zur definitiven Genesung bei. Die Überfüllung der Krankenhäuser zwingt dazu, die Patienten, beziehungsweise Reconvalescenten, vielfach zu frühzeitig zu entlassen. Vielen derselben mangelt es aber dann an häuslicher Pflege, sie schleppen sich deshalb, abgestoßen von der öden Häuslichkeit, zur Arbeit. Die volle Genesung wird weiter hinausgeschoben; wenn ein solcher Halbinvalider aber keine Arbeit bekommt, so kann ihn das social oft sehr schwer treffen.

Man legt in neuerer Zeit mit Recht ein Gewicht auf allmähliche Ausdehnung der bis jetzt meist auf Grund humaner Bestrebung entstandenen spärlichen Reconvalescentenanstalten. Die Reconvalescenten — aber keine chronisch Kranken — sollen in diesen aufgenommen werden; die Anstalten sind thunlichst in gesunder Umgebung anzulegen, umgeben von Wald, so dass ein möglichst intensiver Naturgenuss ermöglicht wird. Die Reconvalescenten bedürfen nur eines geringen Pflegepersonals, weil manche derselben, um ihre Kräfte wieder zu üben, da und dort in dem Hausbetriebe mit Hand anlegen können. Sie bedürfen einer reichlichen Kost, einer vollen Kost mit Zulagen, und diese wird natürlich stets theuerer zu stehen kommen, als eine Durchschnittskrankenkost. Während des Aufenthalts in der Reconvalescentenanstalt ist den Personen auch Gelegenheit gegeben, sich wieder um Arbeit umzusehen. In Deutschland und in der Schweiz bestehen seit vielen Jahren solche Anstalten.

Literatur: K. Vierordt, Physiologie des Kindesalters, Tübingen 1877. — Uffelmann, Handbuch der Hygiene des Kindes, 1881. — Cohn, Hygiene des Auges, Wien und Leipzig 1883. — Baginsky, Handbuch der Schulhygiene, 1883. — Erismann, Hygiene der Schule, Handbuch der Hygiene VI. Theil, VI. Abtheil — Fr. Körner, Geschichte der Pädagogik, Gera 1886. — Burgerstein, Die Gesundheitspflege in der Mittelschule, Wien 1887. — Axel Key, Schulhygien. Untersuchungen, Hamburg und Leipzig 1889. — Collineau, L'hygiène a l'école, Paris 1889. — Kerschensteiner, Reform des bayr. Mittelschulwesens, 1891. — Schubert, Über Steilschriftversuche in Schulen, 1891. — Bär, Gefängnishygiene, Handbuch der Hygiene II. Theil, II. Abth. — Degen, Krankenanstalten, ibid. — Rubner, Erfahrungen über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern, 1891.

Zehnter Abschnitt.

Gewerbehygiene.

Erstes Capitel.

Nachtheilige Einwirkung von Gewerbebetrieben auf die Nachbarschaft.

Das 19. Jahrhundert hat durch seine mannigfaltigen Erfindungen auf technischem Gebiete eine totale Umwälzung des Culturzustandes hervorgerufen. Verkehrseinrichtungen von ungeahnter Schnelligkeit sind entstanden, neue Beheizungs- und Beleuchtungsvorrichtungen erfunden worden, Stoffe, welche früher der Natur mühsam abgerungen werden mussten, stellen chemische Fabriken in beliebiger Menge aus den billigsten und verbreitetsten Materialien her, die Arbeitsleistung der Menschen und der Thiere ist durch die Dampfkraft verdrängt worden.

Mit der Ausdehnung von Gewerben und Industrien sehen wir aber auch die mannigfaltigsten Gesundheitsgefahren neu auftreten, so bedeutend, dass sie überall das Interesse der Staaten hervorgerufen haben. Wenn man zwar schon früher an Abhilfe der Schäden von Seite der Gewerbebetriebe und an einen Schutz der Nachbarschaft gedacht hatte, so waren Maßregeln dieser Art nur recht unzureichende.

Gewerbe und Industrien können durch Lärm eine nachtheilige Einwirkung auf die Nachbarschaft hervorrufen (Poch-, Hammerwerke, Mühlen, Schmieden); bisweilen durch üble Gerüche (Abdeckereien, Knochensiedereien, Gerbereien, Feldbrandanlagen, Sodaäscher u. s. w.), sich oft in weitem Umkreise bemerkbar machen.

Äußerst bedenklicher Natur ist die Rauchbelästigung; überall, wo große Mengen von Stein- und Braunkohlen verbrannt werden, tritt sie hervor. Man hat die verschiedenartigsten Mittel versucht, sie aus der Welt zu schaffen. Die vorgeschlagene Vermeidung von Kohlen und Braunkohlen als Brennmaterial ist undurchführbar. Anthracit, Coaks, Holz liefern wenig schädlichen Rauch, sind aber nicht in einer für die Industrien zureichenden Menge zu gewinnen. Bei größeren Kesselheizungen kann ein gutes Heizpersonal neben zweckmäßiger Anlage der Heizung

die Rauchbelästigung sehr vermindern. Sollten übrigens selbst die Gase rauchfrei aus den Essen entweichen, so sind sie damit nicht unschädlich. Sie enthalten noch meist reichliche Mengen schwefeliger Säure, die von den Kohlen herrührt; manchmal noch viel schlimmere Producte, Flugstaub von Arsen, Quecksilber- und Salzsäuredämpfe u. s. w., je nach dem Betriebe. Gilt es, fremde Beimengungen möglichst auszuschließen, so müssen die Rauchgase am besten durch Thürme, welche mit Coaks, der mit Wasser überrieselt wird, getrieben werden (s. Sodafabrication).

Gewerbe und Industrien tragen am häufigsten zur Flussverunreinigung bei, indem sie den öffentlichen Wasserläufen die Abwässer des Betriebes zuströmen lassen. Wie durch die Flussverunreinigung oft ganzen Gebieten die freie Benutzung öffentlicher Wasserläufe unmöglich gemacht werden kann, so unterbindet der Bergbau die Versorgung mit frischem Trinkwasser in der allerbedenklichsten Weise, indem er Quellen zum Versiegen bringt. Die zahlreichen Dampfkesselanlagen, welche in der ganzen civilisierten Welt verbreitet, sind ständige Gefahren für Explosionen, wie auch die immer mehr ausgedehnten Anlagen zur Bereitung von Sprengmaterialien solche sind.

Die Sammlung von Knochen, Lumpen u. dgl. häuft eine Unsumme sanitär bedenklichen Materials.

Die Schäden durch Gewerbebetrieb sind also bedeutende und so offenkundig und betreffen so sehr die Allgemeinheit, dass in den verschiedenen Staaten längst die Gesetzgebung mit dem Bestreben um Abhilfe sich hat befassen müssen.

Die Mittel und Wege, welche gewählt wurden, sind in den einzelnen Staaten verschieden; theils gesetzliche Bestimmungen, theils Polizeiverordnungen hemmen die Willkür in der Anlage von Stätten zu Gewerbe- und Fabriksbetrieb.

In manchen Fällen garantiert vielleicht der erforderte Befähigungsnachweis, dass ein ordnungsmäßiger Betrieb des Gewerbes stattfinde; doch ist die Concessionierung des Gewerbes freilich wohl das schwächste Mittel in hygienischer Hinsicht.

In anderen Fällen ist die Erlaubnis zur Anlage von Gewerbestätten und Fabriken von Seite der Behörde besonders zu erholen. Im allgemeinen sind die in der deutschen wie österreichischen Gewerbeordnung zum Schutze des Publicums erlassenen Bestimmungen nahe übereinstimmend.

Die Genehmigung von Betriebsanlagen ist bei allen Gewerben, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder Anwohner erhebliche Nachtheile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, nothwendig. Wenn keine Einwendungen von Seiten Betheiligter gemacht werden, hat die Behörde selbst zu prüfen, ob die Anlage nicht erhebliche Gefahren, Nachtheile oder Belästigungen für das Publicum mit sich bringt.

Als derartige Anlagen betrachtet die deutsche Gewerbeordnung:

Schießpulverfabriken, Anlagen zu Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art, Gasbereitungs- und Gasbewahrungsanstalten, Anstalten zur Destillation von Erdöl, Anlagen zur Bereitung von Braunkohlentheer, Steinkohlentheer und Coaks, sofern sie außerhalb der Gewinnungsorte des Materials errichtet werden, Glas- und Russhütten, Kalk-, Ziegel-, Gypsöfen, Anlagen zur Gewinnung der Rohmetalle, Rostöfen, Metallgiessereien, sofern sie nicht bloße Tiegelgiessereien sind, Hammerwerke, chemische Fabriken aller Art, Schnellbleichen, Firnissiedereien, Stärkefabriken, mit Ausnahme von

Fabriken zur Bereitung der Kartoffelstärke, Stärkesyrupfabriken, Wachstuch-, Darmsaiten-, Dachpappen-, Dachfilzfabriken, Leim-, Thran-, Seifensiedereien, Knochenbrennereien, Knochendarren, Knochenkochereien und -Bleichereien, Zubereitungsanstalten für Thierhaare, Talgschmelzen, Schlächtereien, Gerbereien, Abdeckereien, Poudrette- und Düngerfabriken, Stauanlagen für Wassertriebwerke, Hopfen-, Schwefeldörren, Asphaltkochereien und Pechsiedereien, sofern sie außerhalb des Ortes der Gewinnung errichtet werden, Strohpapierfabriken, Darmzubereitungsanstalten, Fabriken, in welchen Dampfkessel und andere Blechgefäße durch Vernieten hergestellt werden, Cellulosefabriken.

Ist nun auch die Zahl der beaufsichtigten Betriebsanlagen bereits eine sehr große, so wären doch unzweifelhaft noch manche andere Betriebe hier aufzunehmen.

Zweites Capitel.

Nachtheilige Einwirkungen auf die Arbeiter.

Allgemeine Einflüsse der Berufsthätigkeit.

Die Arbeitstheilung, welche auf allen Gebieten menschlicher Thätigkeit herrscht, weist jedem tauglichen Gliede der Gesellschaft eine gewisse Berufsthätigkeit zu; eine specielle Ausbildung verschafft uns die nöthige Fertigkeit und Sicherheit in der Ausübung desselben. Jeder Beruf ist eine einseitige Thätigkeit, sei es des Gehirns oder der Muskeln; er pflegt dem Menschen seinen besonderen Stempel aufzudrücken. Schneider, Schmiede, Schuster zeigen bestimmte Gewerbeeigenthümlichkeiten, Körperkraft, Bewegungsart sind bei ihnen typisch verschieden. Die einseitige gewerbliche oder Berufsübung erzeugt aber nicht nur diese allbekannten Eigenthümlichkeiten, sondern sehr häufig eine etwas versteckter liegende Beeinflussung der Gesundheit. Die gewerblichen Schädigungen des Handwerks hat man früher nur wenig betrachtet, sie nur unter dem allgemeinen Begriff Krankheit des niederen Volkes umfasst. Aber schon zu Ende des 17. Jahrhunderts hat Ramazzini in einem Buche „De morbis artificium diatribe“ die Gewerbekrankheit einer besonderen Beachtung zugeführt.

Das Interesse an dem Studium der Berufserkrankungen hat sich verhältnismäßig erst spät, aber zu einem warmen, zur Abhilfe bereiten gestaltet. Der Gewerbebetrieb vor dem 19. Jahrhunderte ist eben ein in vielen Dingen wesentlich anderer gewesen als späterhin. Die Ausdehnung der Industrien, welche die Erfindung der Kraftquelle des Dampfes und die Entwickelung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse in unmittelbarem Gefolge hatte, war eine ungeheure, absorbierte täglich neue Kräfte und brachte eine totale Veränderung der ganzen Lebensweise eines großen Theiles der Bevölkerung hervor. Von der Beachtung des Gesundheitszustandes der Arbeiter in den Fabriken wurde sogar die Reform in hygienischer Hinsicht angebahnt.

Der Fabriksbetrieb — der auch die Änderung des Handwerksbetriebes mit sich führte — sammelt eine große Menge von Leuten an den Arbeitsstätten, entlohnt sie an Geld und überlässt es ihnen, nach

Belieben für Nahrungs- und Wohnungsbedarf u. s. w. zu sorgen. Der Fabriksbetrieb führte viele Schwächliche sich zu, da die schwerere Arbeitsleistung durch Maschinen geleistet und von den Beschäftigten oft nur eine geringe Arbeitskraft und Geschicklichkeit gefordert wird. Immer mehr haben sich die Ansprüche in den Fabriken an die Arbeitszeit gesteigert, während die Concurrenz die Löhnung geringer machte; die männlichen Arbeiter waren wegen ihrer Ansprüche nicht einmal mehr willkommen, Frauen und Kinder zogen in die Arbeitssäle ein. Die Fabriken und Industrien erzeugten ein so entsetzlich jammervolles Proletariat, dass man namentlich in England der in so bedrückter Lage lebenden Mitbürger von Staatswegen sich annehmen und sie schützen zu müssen glaubte.

Der Arbeiterschutz hat sich aber erst später als der Schutz der Nachbarschaft gegen schädliche Einwirkungen der Fabriken entwickelt.

Die Einseitigkeit jedes Berufs ist sicherlich nichts die Gesundheit Förderndes, sei es nun, dass man sich mit körperlicher oder geistiger Arbeit beschäftige; die einzelnen Berufsclassen sind aber offenbar in ihrer Gesundheitsschädigung von höchst ungleicher Dignität.

Die Handwerker und Industriearbeiter gelten vielfach durch ihren Beruf für besonders gefährdet; in starker und erschöpfender Anspannung ihrer Muskeln müssen sie bisweilen unter den schwierigsten Verhältnissen ihre Thätigkeit ausüben. Doch ist es nicht leicht, genau an der Hand der Morbilitäts- und Mortalitätsziffern die einzelnen Berufszweige zu verfolgen. Die einzelnen Gruppen der Berufe lassen sich ohneweiters gar nicht statistisch vergleichen. Wir sehen in der Auswahl der Gewerbe sich bereits eine Selection des Menschen vollziehen; der an sich Muskelschwache wird nie Schmied und ein kräftig Gebauter und gut Entwickelter kaum Schneider werden. Und so vertheilen sich die Arbeiter je nach den Anforderungen, welche die Betriebe zu stellen pflegen. Ferner ist namentlich in manchen Industrien die Betheiligung von Frauen und Kindern bisweilen eine sehr bedeutende, wodurch an sich die Krankheits- und Sterblichkeitsziffer sich ändern muss. Selbst nach dem Alter scheiden sich die Erwachsenen bisweilen in den Betrieben aus.

Die gesundheitlichen Schäden jedweden Berufs oder Gewerbes setzen sich aus zwei Ursachen zusammen, die man nicht genug beachten und trennen kann:

1. Aus der durch die Erwerbsverhältnisse bedingten Lebenshaltung;
2. aus der specifischen Berufsschädigung.

Der Pauperismus.

Bei den Fabriksarbeitern, Handwerkern u. s. w. haben die Erwerbsverhältnisse einen ungeheuren Einfluss auf das Wohlbefinden und die Gesundheit; diese Momente sollten, so weit es geht, von der Einwirkung des Gewerbebetriebes getrennt behandelt werden. Der Pauperismus setzt in seinen Wirkungen dort ein, wo aus Mangel an Subsistenzmitteln die Erreichung gesunder hygienischer Lebensbedingungen unmöglich wird.

Der Pauperismus erscheint Vielen als die nothwendige Folge des Kampfes um das Dasein und unvermeidbar; die Hygiene hat, so weit ihre Einwirkung reicht, die Bekämpfung des Pauperismus, als Theil ihrer Ziele zu betrachten.

Der Pauperismus macht sich in seiner Wirkung zuerst geltend in den Ernährungs- und Wohnungsverhältnissen; bei den niederen Einkommen treffen 48—53% der Ausgaben auf die Nahrungsmittel, 15—20% auf die Wohnungskosten. In den ungünstigsten Verhältnissen z. B. bei den schlesischen Handwebern werden nahezu 70% des Gesammteinkommens für die Ernährung verausgabt.

Die krassesten Folgen der Nahrungsentziehung sieht man auch in den großen Centren glücklicherweise nur in beschränkter Zahl; das Ostende Londons liefert aber jährlich mehrere Fälle von Personen, die mangels der Subsistenzmittel an Hungertod sterben. Es ist nicht gerade die plötzliche und volle Entziehung der Nahrung, sondern ein Tod durch partielle Inanition, d. h. durch quantitativ ungenügende Kost.

Sinkt die Zufuhr an Nahrungsstoffen unter eine gewisse Grenze, so wird von Tag zu Tag entweder Eiweiß oder Fett vom Körper abgegeben; bis aber der Organismus jene Reduction erlitten hat, die früher als Chossat'sches Gesetz*) benannt wurde, können viele Monate vergehen. Die körperlichen Eigenschaften solcher Personen bestehen in dauernder Schwäche, Schweißausbruch bei geringen Arbeitsleistungen, andauernder Neigung zu Frost, tiefer Niedergeschlagenheit.

Ist die Noth nicht so hochgradig, dass quantitativ die zugeführten Nahrungsstoffe nicht mehr zur Erhaltung des Organismus hinreichen, so sieht man als ersten Ausdruck der ärmlichen Kost den Mangel der Abwechslung eintreten. Ein Nahrungsmittel, meist Brot oder Kartoffel, wird vorwiegend genossen; die voluminöse Kartoffelkost erzeugt den bekannten Kartoffelbauch, die Gewebe werden wässrig, die „warme“ Kost wird auf ein Minimum reduciert.

Die Ernährungsschwierigkeit zwingt zu dem Ankauf billiger, oft halbverdorbener Waren. Soweit animale Nahrungsmittel genossen werden, sind es zumeist minderwertige Fleischsorten, Pferdefleisch, Abfallfleisch, billige Wurstwaren, Kuttelfleck u. s. w. Zumeist leidet der Minderbemittelte an unzureichender Zufuhr von Eiweiß; daher ist auch der Muskelbestand — das Organ der Arbeitsleistung — erheblich reduciert. Überwiegend treten Kohlehydrate in der Kost auf.

Am leichtesten erhält sich der Mensch bei geringer Eiweißzufuhr noch bei Kartoffel-, Reis- oder Maisnahrung.

Die billigen und sehr voluminösen Nahrungsmittel leiden zumeist an einer schwierigen Resorbierbarkeit. Mit dem Schwinden der Musculatur verliert der Mensch seine Arbeitsfähigkeit, er findet meist nur in wenig einträglichen Betrieben eine Verwendung.

Die Ernährung der niederen Bevölkerung ist nun keineswegs in allen Fällen einzig und allein schlecht, weil es an genügendem Erwerbe fehlt, sondern vielfach könnte mit den vorhandenen Mitteln mehr erreicht werden, wenn man die vorhandenen Nahrungsmittel zweckmäßiger verwenden wollte. Die Brotherstellung lässt in vielen Gegenden zu wünschen übrig. Der Pumpernikel, ein äußerst schlecht resorbierbares Nahrungs-

*) S. o. unter Hungerzustand.

mittel, hält sich in der Volksernährung, die schlechten kleiehaltigen Mehle desgleichen, die eiweißreichen und billigen Leguminosen werden unberechtigter Weise vernachlässigt, das Fischfleisch, manchen andern Fleischsorten nicht nachstehend, hält man für wertlos u. dgl. Die Kohlehydrate ließen sich recht oft durch äquivalente Mengen billiger Fette ersetzen und dadurch die Kost concentrierter machen.

Der Pauperismus äußert seinen Einfluss auch bezüglich der Auswahl der Genussmittel: schon dadurch, dass Ware zweiter und dritter Qualität beschafft werden muss, begibt man sich des nöthigen Anreizes zur Mahlzeit.

Die Kost verliert an Schmackhaftigkeit, der rohe Trieb, den Hunger zu stillen, ermöglicht oft einzig und allein die Nahrungsaufnahme.

Abgesehen von den in den Speisen selbst sich findenden Genussmitteln, kann man als Volksgenussmittel den Tabak, Thee, Kaffee, Wein, Äpfelwein, Bier und Brantwein bezeichnen.

Von den besseren Sorten wird der Minderbemittelte zu den oft in schamloser Weise gefälschten billigen Tabak, Thee, Kaffee getrieben, dann zu den Surrogaten, Cichorie, Feigenkaffee, Gesundheitskaffee u. s. w.

Der Pauperismus führt allmählich zum Verzicht auf das Bier, welches verhältnismäßig theuer ist, schwer berauscht und nicht erwärmt und führt den Herabgekommenen dem depravierenden Alkoholismus in die Arme. Der Schnaps ist billig, das anregende Volum gering, er wird zum Begleiter bei der Arbeit; demjenigen, dem die warme Kost fehlt, ersetzt er durch das Wärmegefühl den sonst empfundenen Mangel. Er lässt die Sorgen vergessen, erhöht momentan die Behaglichkeit und erregt die Sinnlichkeit.

Wie der Pauperismus von Stufe zu Stufe zum Alkoholismus führt, so ist wohl noch häufiger der Alkoholismus die Ursache des Pauperismus, indem er Verschwendungssucht, Trägheit und Arbeitsscheu im Gefolge zu haben pflegt (s. o.).

Der Pauperismus hinsichtlich der Ernährung lässt durch eine Reihe von Maßnahmen, an denen die Hygiene interessiert ist, sich bekämpfen:

1. Durch Verbilligung der Waren

a) durch Consumvereine, deren Gewinn dem Arbeiter zu Gute kommt,
b) durch Markthallen und Beseitigung des die Preise außerordentlich erhöhenden Kleinvertriebes,
c) durch Volksküchen und Volkskaffeehäuser,
d) durch Productivassociationen (Selbstfabrication der wichtigsten Lebensbedürfnisse).

2. Durch Erschließung neuer Hilfsquellen, Förderung von Ackerbau, Vieh-, und Fischzucht, und Herstellung künstlicher Nahrungsmittel.

3. Durch sanitätspolizeiliche Überwachung der Güte der Nahrungsmittel.

4. Ausbildung der Mädchen zur Herstellung einer einfachen und schmackhaften Kost, Belehrung über die Verwendung der Nahrungsmittel.

Der Pauperismus verbannt den ärmeren Theil der Bevölkerung in ungeeignete und schlechte Wohnräume, in denen ungenügende Heizung und Lüftung oft die bedenklichsten sanitären Zustände schaffen; letztere sind freilich in den einzelnen Städten sehr verschieden. Zum

großen Theil tragen die Schuld an schlechten sanitären Verhältnissen die Bauspeculation und die ungenügenden ja schlechten Bauordnungen vieler Großstädte.

Meist treten in Großstädten die massiven großen Gebäude in den Vordergrund. In Leipzig sind 75% aller Gebäude solche mit 4 Stockwerken, in Berlin 34%, Breslau 20%, Dresden 5%. Die billigen Wohnungen sind also die insanitären Keller oder Dachwohnungen. Von den Wohnungen wird ein erheblicher Bruchtheil zugleich zu gewerblichen Zwecken benützt und zwar zwischen 12—26% in den verschiedenen Städten Deutschlands.

An sich geräumige Wohnungen werden durch Zimmervermiethung Kost- und Schlafgänger beengt. (1/5—1/4 aller Wohnungen), besonders überfüllt pflegen in der Regel die Hintergebäude zu sein. Häufig fehlen in den kleineren Wohnungen die Küchen, so dass der Inhaber genöthigt ist, das Essen auswärts zu holen, oder in Gasthäusern zu essen, auf Hilfsapparaten zu kochen, oder bei anderen in Kost zu gehen. Ein socialer Misstand ist der häufige Wohnungswechsel, welcher die Wohnungspreise der kleinen Wohnungen, die verhältnismäßig theuer sind als die besseren und größeren Wohnungen, bis um 15% erhöht.

Die Herstellung billiger aber gesunder Wohnungen ist daher eine wichtige hygienische Aufgabe.

In neuerer Zeit verlegt man die Arbeiterhäuser und Colonien vor die Städte, wo Grund und Boden der Bauspeculation noch etwas entrückt ist.

Inbezug auf Arbeiterwohnungen hat das System der getrennten Wohnungen (Cottages) den entschiedensten Vorzug vor dem Kasernensystem. Doch ist inbezug auf die Bauart der Arbeiterwohnungen auch in England, woselbst in dieser Beziehung das Meiste geleistet wurde, kein bestimmtes, immer gleiches Princip befolgt worden; im Großen und Ganzen hat man aber mehr kleinere Häuser mit Wohnung für eine oder nur wenige Familien als große Kasernenbauten errichtet. Die Einzelhäuser sind vielerorts in Gruppen gestellt, mit Schulen, Back- und Waschhäusern in ihrer Mitte. Bei allen Arbeiterquartieren aber hat man zu erreichen gesucht, dass jede Familie ihre separate Wohnung erhält mit besonderem Schlafgemach, separater Küche und separatem Abort, dass das ganze Haus gut ventilierbar und mit Wasserleitung bis zum höchsten Stockwerke hinauf versehen sei. In der Schweiz neigt man sich der Ansicht hin, die Errichtung von Arbeiterhäusern nicht selbst in die Hand zu nehmen, sondern den Arbeitern zu überlassen, ihnen aber die Anlage durch Darleihung von Geld zu niedrigstem Zins oder auf andere Weise zu erleichtern und die rationelle Einrichtung durch Übermittlung guter Pläne zu empfehlen. Man hält dafür, dass auf diese Weise die Thatkraft, Sparsamkeit und Beharrlichkeit des Arbeiters belebt werde.

Auch die Errichtung billiger Bäder (Volksbäder), Schwimmschulen hat in manchen Städten viel zur Hebung der Gesundheit beigetragen.

Die Verlegung der Arbeiterwohnungen außerhalb der Städte erfordert billige Verkehrseinrichtungen, Fahrpreisermäßigungen und Trambahnanlagen.

Wesentlich wird die Lage armer Familien durch den oft reichen Kindersegen verschlimmert. Der Ehrgeiz derselben wird vernachlässigt und so der Grund zur Fortpflanzung des Proletariats gegeben. Die

Fürsorge für die Kinder wird durch mannigfache Wohlfahrtseinrichtungen, die wir früher schon besprochen haben, bethätigt: durch Krippenanstalten, in welchen die Säuglinge den Tag über verpflegt werden, durch Kindergärten, welche die etwas älteren Kinder den Schäden des Straßenverkehres entziehen, durch Verabreichung gesunder, sterilisierter Milch zu billigem Preise, durch Feriencolonien u. s. w.

In früherer Zeit verfielen Viele unverschuldet dem Pauperismus:

1. durch Krankheit und darnach bleibender Erwerbslosigkeit, durch Verletzungen,

2. durch das Alter und die damit verbundene Erwerbslosigkeit.

In Deutschland werden durch die Krankencassen und Fürsorge bei Unfällen diese Quellen des Pauperismus zum Versiegen gebracht.

In manchen Gewerben spielen die Unfälle und mechanischen Verletzungen eine große Rolle; die Unfälle können durch geeignete Maßnahmen zum großen Theil verhütet werden. In erster Linie muss zu den Beschäftigungen ein taugliches Arbeitspersonal ausgesucht werden. Für gefährliche Betriebe sollen Frauen, Kinder und jugendliche Arbeiter nicht zugelassen werden.

Eine Arbeitsordnung muss den Arbeiter verständigen, inwieweit er persönlich sich vor Unglücksfällen zu schützen hat, außerdem muss aber in der Fabrik thunlichst jede Einrichtung getroffen werden, welche Unglücksfälle vermeiden lässt.

Schutz gegen Verletzungen verbürgen folgende Einrichtungen: Schutzgitter an Motoren, Abstellvorrichtungen um eine Maschine, im Falle eines Unglücks, rasch zur Ruhe zu bringen, mechanische Riemenaufleger, Schwungradandreher, Sicherheitsmaßregel gegen Dampfkesselexplosionen und Platzen der Wasserstandsröhren, Schutzbleche an Kreissägen und Hobelmaschinen, Fangvorrichtungen an Aufzügen, Schutz der Augen gegen Splitter u. s. w.

In Krankheitsfällen hat die Verpflegung im Hause oder in einem Krankenhause zu geschehen; da letztere häufig überfüllt, so müssen die Kranken, eben erst genesen und Reconvalescenten, entlassen werden. In geeigneten Fällen sucht man sehr herabgekommene Patienten in besonderen Reconvalescenten-Anstalten zu verpflegen und vollkommen zu heilen.

Dass der erkrankte Arbeiter einen besonderen Schutz für die Tage der Krankheit wie Reconvalescenz besitzen muss, bedarf keiner weiteren Begründung. Ebenso wichtig ist aber die Versorgung alter, arbeitsunfähiger Personen. Im Alter lässt die Arbeitskraft nach, und auch die Ermüdung tritt in kürzeren Zeitintervallen ein als bei einem jüngeren Individuum. Die Bezahlung eines älteren Arbeiters wird also in der Regel geringer ausfallen, wie bei jenem, der in dem Vollbesitze der Kraft sich befindet. Dem Alten fällt es schwer, einen neuen Beruf zu finden. Die geistige Accommodation an das Neue nimmt ab, die körperlichen Deformationen erschweren die Übernahme eines neuen Gewerbes.

Eine unbedingt wichtige Aufgabe hätte der Staat darin zu suchen, dass jeder in ärmlichen Verhältnissen befindlichen Wöchnerin eine geeignete Fürsorge und Pflege zutheil wird.

Der Pauperismus trägt, wie sich leicht zeigen lässt, offenbar viel zu den unbefriedigenden Gesundheitsverhältnissen bei, wie sie uns in manchen Gewerben besonders häufig entgegentreten. Mit einem Minimum an Muskeln bedarf es oft der eisernsten Anspannung und des Zwanges der Noth, um den geforderten Leistungen gerecht zu werden. Das heranwachsende Geschlecht nimmt an allen diesen Leiden Theil; wenn daher die Wachsthumsgesetze eine Verringerung des Körperwachsthums bei der Arbeiterbevölkerung und den Kindern minder bemittelter Classen zeigen, so ist da eben die kümmerliche Lebenshaltung schuld. Wenn die Kinder, die Schwangeren, die erst dem Krankenhaus Entlassenen sich um das tägliche Brot abmühen, so ist auch das eine Folge ungenügenden Erwerbes, welcher den elterlichen Kinderschutz, den Schutz des kranken Familiengliedes zur Unmöglichkeit macht.

So geht die Schädigung der Lebenshaltung überall durch. Die Ausgaben für Kleidung, Wohnung, Hauspflege werden aufs Äußerste eingeschränkt. Auch wenn keinerlei gewerbliche Schäden dazu kommen, könnte doch unmöglich der Mensch in solchen Verhältnissen gesund bleiben. Wir sehen besser Situierte tagtäglich weit größeren Anstrengungen sich hingeben, als man sie von Arbeitern verlangt, ohne dass die Ersteren Zeichen einer Berufsschädigung zeigen.

Körperliche und geistige Arbeit.

Neben den gesundheitlichen Nachtheilen, die wir weit verbreitet als Folgen des Pauperismus sehen, kommen die eigentlichen gewerblichen Einflüsse in Betracht.

Die Eigenart der Beschäftigung ist ebenso maßgebend wie die individuellen Eigenschaften des Arbeiters. Zur vollen Entwicklung der Gesundheit gehört ein Ebenmaß von körperlicher und geistiger Arbeit, sowie eine ausreichende Ruhezeit. Diese harmonische Verbindung ist es, welche in dem Kampf ums Dasein so häufig gestört wird; theils überwiegt die körperliche, theils die geistige Arbeit und der Arbeit folgt nicht immer die entsprechende Erholungszeit.

Die Leistungsfähigkeit bei der Muskelarbeit hängt bei dem Arbeiter von dem Querschnitt seiner Muskeln ab, ferner von der Willensanstrengung, durch welche der Muskel zur Thätigkeit gereizt wird; und von dem Widerstande, den der Arbeiter dem Ermüdungsschmerze entgegensetzt. Wesentlich ist auch die Übung für eine gute Leistung. Einerseits erstarkt mit der Übung die Muskelgruppe, welche in Action tritt und andrerseits lernt man durch Übung unnöthige Mitbewegungen an sich nicht erforderlicher Muskelgruppen vermeiden, wodurch an Arbeit gespart wird.

Starke Anstrengungen können mit wahrem Schmerzgefühl verbunden sein. Die Musculatur kann übermäßig angestrengt werden, entweder durch eine zu große Belastung für den vorhandenen Muskelquerschnitt, oder durch zu lange Arbeitszeit. Eine mittlere Arbeitsleistung benachtheiligt den Körper nicht, sondern sie fördert die Gesundheit.

Die Arbeit wird durch die Ermüdung unterbrochen; die Leistung wird kleiner, für die gleiche Leistung ist ein stärkerer Willensimpuls nothwendig, Röthe des Gesichts, Schwitzen, Mitanstrengung anderer Muskelgruppen, Zittern wird beobachtet, schließlich erlahmt der Muskel und intensiver Schmerz hemmt jede Bewegung.

Die Ermüdung tritt ein, weil die Centren des Willensimpulses ermüdet sind; nach der natürlichen Ermüdung kann man den Muskel auf elektrischem Wege zur Contraction zwingen (Mosso).

Arbeit und Ruhepausen müssen richtig vertheilt sein; die größte Quantität mechanischer Arbeit liefern nach Maggiora die Muskeln, wenn sie Gruppen von 30 Contractionen mit der Frequenz von 2 Secunden und Erholungspausen von 1 Minute ausführen; die schlechteste Arbeitsleistung wird geliefert, wenn die Muskeln mit dem Rhythmus von 4 Secunden ohne Ruhepausen thätig sind.

Die Arbeit, welche ein ermüdeter Muskel ausführt, erschöpft ihn, d. h. ermüdet ihn weit mehr als einen normalen geruhten Muskel.

Die Ermüdung eines stark angestrengten Muskels greift auch auf andere Muskelgruppen über, starkes Marschieren ermüdet auch die Armmusculatur, der ermüdende Muskel produciert giftige Substanzen, welche sich im ganzen Körper verbreiten und auch auf die centralen Organe übergreifen. Das Fasten verringert die Ausdauer der Arbeitsleistung; die Schwäche ist nicht Mangel an Willenskraft, sondern besteht auch bei elektrischer Reizung des Muskels (Maggiora). Mit dem Kranksein sinkt sofort die Möglichkeit der Arbeitsleistung.

Wie die Muskelarbeit schließlich ermüdend auch auf das Gehirn einwirkt, so besteht die umgekehrte Einwirkung geistiger Arbeit.

Die geistige Arbeit setzt die Möglichkeit der Muskelarbeit herab: der geistig Übermüdete ist nicht etwa aus Mangel an Willensimpuls nicht imstande, seine Muskeln voll zu gebrauchen, sondern auch bei elektrischer Reizung des Muskels besteht das Unvermögen weiter (Mosso). Wachsein beschleunigt die Ermüdung der Muskeln, es ist also Wachsein bereits eine „Arbeitsleistung“.

Die geistige Arbeit führt zur Ermüdung und Erschöpfung der Nerven; die einfachsten Gedankenoperationen ermüden, wenn sie genügend oft wiederholt werden. Bei dem Abschreiben stellen sich mit der Zeit Schreibfehler, bei dem besten Rechner oft die unglaublichsten Rechenfehler ein. Man muss schließlich unter großer „Spannung“ arbeiten; Muskelgruppen gerathen mit in Thätigkeit. Lang fortgesetzte intensive Geistesthätigkeit erzeugt Appetitmangel, sogar Brechreiz, wenn Speisen vorgesetzt werden. Hochgradige Nervosität entsteht, Schall wie Gesichts- und Tastempfindung erweisen sich gestört; alle Geräusche findet man zu laut, das Licht zu hell, die Haut juckt; Leute, denen die Furcht fremd ist, erschrecken beim geringsten Geräusche. Schlaflosigkeit verhindert die Erholung des geistig Übermüdeten.

Die üblen Nachwirkungen der geistigen Arbeit sind nicht so rasch rückgängig zu machen, wie die Wirkungen der körperlichen Arbeit; die Erholungspausen müssen längere sein. Die Gedanken concentrieren sich nach intensiver Anstrengung immer wieder leicht auf das Gebiet, mit dem man sich beschäftigt hatte.

Die Folgezustände geistiger Überarbeitung sind recht mannigfache; man bezeichnet sie als Nervosität, Nervenschwäche, Neurasthenie.

Eine Unzahl von Leiden gehören hieher: der nervöse Kopfschmerz, Herzpalpitationen, Schlaflosigkeit, Schlafsucht, Platzangst, Hypochondrie, Muskelschwäche in den Beinen ohne positives Rückenmarksleiden, Neurasthenie des Magens u. s. w.

Die rein mechanischen Arbeitsleistungen des Menschen werden heutzutage weit weniger mehr in Anspruch genommen wie früher.

Nur in uncivilisierten Gegenden findet der Mensch noch als Arbeitsmaschine allseitige Verwendung.

In Afrika ist der Neger das Lastthier, welches die Ware des Händlers nach dem Innern bringt und die Naturproducte nach den Küstenorten. In China und Japan bieten sich Menschen als Zugthiere der Wagen des öffentlichen Verkehrs an. Für die Flussschiffahrt wird auch noch bei uns im ausgedehnten Maße die menschliche Kraft benützt.

Wo immer die Maschinenkraft „rationell“, d. h. billig genug erscheint, drängt sie den Menschen als Arbeitskraft zurück: letztere ist theuer, da die Ernährung des Menschen und seine Unterkunft, auch bei bescheidensten Ansprüchen, viele Aufwendungen erfordern.

Das Verhältnis der menschlichen Arbeitskraft zu jener der Hausthiere ist für die Zugkraft folgendes: (Gerstner)

	Gewicht	Arbeitsleistung von 8 Stunden in *kgm*
Mensch	70 *kg*	316.800
Esel	180 „	792.000
Maulesel	250 „	1497.600
Pferd	375 „	2016.000

Die menschliche Leistung beträgt also etwa $^1/_7$ Pferdekraft.

Die einzelnen Menschenrassen differieren wahrscheinlich in ihrer Kraft nicht unerheblich. Tschudi erzählt von den Läufern (Postillonen) in Peru, dass sie in einem Tage 134 *km* zurücklegen, die Osagen in Nordamerika 96 *km*, nach Roger Williams laufen Indianer von Neuengland 128—160 *km* im Tag und so mehrere Tage hintereinander. Auch directe Messungen der Lendenkraft etc. bestätigen diese Differenzen der Leistungsfähigkeit.

Die Entwicklung der Kraft erfolgt beim Wachsenden nur allmählich, sie hält sich dann längere Zeit auf einer gewissen Höhe, um im Alter wieder abzusinken.

Die Hubkraft der Lenden beträgt in *kg*.

Alter	Männlich	Weiblich
5	21	—
10	45	31
12	52	39
14	71	47
16	95	57
18	118	67
20	132	74
25	153	82
40	122	83
60	93	59

Das Weib liefert im Durchschnitt nur 0·6—0·7 der Arbeitskraft des Mannes; in den einzelnen Altersclassen scheint der Unterschied jedoch wechselnd. Die Frau hat im Durchschnitt weniger Gewicht als der Mann und bei gleichem Gewichte weniger Muskeln.

Die täglichen Arbeitsleistungen eines Menschen sind je nach dem Berufe sehr ungleich; es wird geleistet in *kgm*.

bei Ruhe und Gehen in der Stube	17.300	*kgm*
bei 10 stündiger Erdarbeit	72.000	„
„ 6 „ Handlangerarbeit	86.400	„
5 Stunden am Rammklotz	178.500	„
auf der Reise, zu Fuß	216.000	„
8 Stunden Marsch	288.000	„
8 „ Treppensteigen	302.400	„
forciertes Bergsteigen	328.000	„
10 Stunden Marsch	378.000	„
4 Stunden Marsch des belasteten Infanteristen	417.000	„

Innerhalb nur kurzer Zeit kann nach Hartig vier Mal mehr Arbeit geleistet werden, als die mittlere 8 Stunden Arbeitszeit beträgt.

Die Art und Weise der Arbeitsleistung, ob man sich leicht oder schwer arbeitet, hängt von einem physiologisch freilich kaum exact zu bezeichnenden Zustand von der „Stimmung“ ab. In schlechter Stimmung geht die Arbeit nicht von der Hand, sie ermüdet bald, in guter Stimmung wird man der Mühseligkeit kaum gewahr.

Gerade bei den Minderbemittelten spielen die ungünstigen „Stimmungen“ eine große Rolle. Nahrungssorgen und Kummer stellen sich sehr oft als Gäste ein; sie lähmen die Arbeitskraft. Die Bewegungen sind langsam, träge, kraftlos. Der lange dauernde Kummer erzeugt sogar tiefgreifende Veränderungen; seine Wirkungen machen sich beim Proletarier, da gerade auch die Ernährung mangelhaft ist, doppelt leicht geltend. Häufig ist die Unsicherheit der Existenz Grund zu Kummer und Sorge.

Eine andere im täglichen Leben häufig eintretende auf die Arbeit influierende Gemüthsbewegung ist die Spannung; sie erzeugt Unruhe, Hast, unzweckmäßige Muskelbewegungen, Herzklopfen, beschleunigten Puls, Kälteschauer, Schlaflosigkeit. Der Spannung ist gleich zu achten der Zustand der Unzufriedenheit, der Spannung folgt die Enttäuschung mit ihrer Müdigkeit, Schlaflosigkeit und Unlust.

Der Einfluss der Arbeit auf den Körper gestaltet sich je nach den Umständen also höchst ungleich. Während ein geistig und körperlich intacter Mensch sie ohne Murren trägt, erschöpft die gleiche Arbeit den Missmuthigen, Unzufriedenen, Bekümmerten.

Die Gemüthsstimmungen stellen sich zur Arbeitsleistung wie die Genussmittel zur Nahrungsaufnahme; sie haben wenig Fassbares, werden auch wohl ganz und gar der Beachtung nicht gewürdigt und wirken doch im täglichen Leben als die beachtenswertesten Größen mit.

Die Stimmung kann ein wahres Genussmittel der Kost werden, dem freudig Angeregten schmeckt das einfachste Mahl und die Genussmittel der Speisen und Getränke wirken ihrerseits wieder zurück auf dem Gemüthszustand der Menschen.

Eine wichtige Ruhepause in der Arbeit stellt die Schlafzeit vor: sie muss eine continuierliche Pause sein. Ein 8stündiger Schlaf und vier-

maliger zwei Stunden währender Schlaf bedeuten nicht dasselbe. Der Tagesschlaf pflegt weniger tief zu sein als der Nachtschlaf.

Die Arbeit soll zu Mittag durch eine ausgiebige Ruhezeit unterbrochen werden, um eine geordnete Aufnahme der Speisen zu ermöglichen.

Allgemeine Einflüsse.

Die Schäden durch den Beruf, d. h. die eigentlichen Gewerbskrankheiten im weiteren Sinne, sind nun sehr mannigfache.

Bei Leuten, welche sitzend ihre Arbeit verrichten und sich nach vornüber beugen, werden die Organe der Brust und des Unterleibs gedrückt, der Pfortaderkreislauf beeinträchtigt, der geringere Verbrauch an Nahrungsstoffen, der Aufenthalt in der Stubenluft setzen den Appetit leicht abnorm herab. Häufig sind Hämorrhoidalbeschwerden, bei Frauen Leukorrhöe. Dispositionen zu Katarrhen und Lungenkrankheiten sind gegeben. Das Stehen nimmt die Körperkräfte sehr in Anspruch, weil zur Aufrechthaltung des Körpers viele Muskelgruppen in steter Anspannung erhalten werden müssen. Gehemmt und erschwert ist der Rückfluss des Blutes aus den unteren Extremitäten. Venenanschwellungen, Geschwüre, Oedem sieht man daher bei Schreibern an Stehpulten, Bildhauern u. s. w. sehr häufig. Auf die stete Belastung des Fußes muss die Entstehung des Plattfußes zurückgeführt werden.

Der bei der Arbeitsleistung contrahierte Muskel kehrt nicht immer in seine Ruhelage zurück, dann bilden sich Contractionen aus, die schließlich zur ständigen Verbiegung der Gelenke (Gelenkcontractionen) führen können. Lebhafte Thätigkeit der Muskeln erzeugt Sehnenscheidenentzündungen, nicht selten, wenn die Thätigkeit bis zur Erschöpfung getrieben wird, Muskelzerreissungen und selbst Knochenbrüche, besonders häufig solche des Schlüsselbeins.

Der Druck des Handwerkszeuges auf der Hand ruft Blasen, Schwielen, manchmal Dermatitis der Hohlhand, die äußerst schmerzhaft sein kann, hervor. Das Krümmen der Hand verkürzt allmählich die Palmaraponeurose. Volle Streckung der Finger ist dann nicht mehr möglich. Bei Schreibern bildet sich der Schreibkrampf der Hand aus, der schließlich selbst durch die einfache Vorstellung des Schreibens ausgelöst wird.

Bei der körperlichen schweren Arbeit, „der Anstrengung“, wird der Thorax in sich fest fixiert, die Athmung für einige Zeit aufgehoben oder der Rhythmus zu einem langen Exspirium ausgedehnt. Die Spannung vermehrt im Lungenkreislauf den Druck und Herzpalpitationen treten ein. Wiederholt sich der Einfluss der Anstrengung, dann bilden sich Herzfehler aus (Schuster, Bäcker, Sattler, Schmiede u. s. w.). Bei schwerer Arbeit ist nicht immer eine Steigerung der Athemfrequenz vorhanden, sondern nur Vermehrung der Athemtiefe. Vermehrung der Pulsfrequenz nur, wenn rasche Bewegungen gemacht werden (Poincaré).

Plötzliche Anstrengungen führen zu Hernien. Leistenbrüche sind meist rechts.

Bei der Arbeitsleistung wird in den Muskeln Wärme gebildet. Alle Arbeiter mit kräftiger Leistung ertragen daher leicht kühle Temperaturen. Es ist das unbewusste Streben vorhanden, die Wärme ohne

Inanspruchnahme der Schweißsecretion los zu werden. Gewisse Kältegrade sind also etwas die Arbeitsleistung Förderndes. Je höher die Temperatur der Luft, desto erschöpfender die Arbeit, da es zur Schweißsecretion kommt. In diesem Falle ist auch Erkältungsgefahr vorhanden, wenn die Arbeiter in kühle Luft gelangen (Glasbläser, Schmelzer, Gruben- und Tunnelarbeiter, Zuckerfabriken). Bei hoher Temperatur steigt trotz der Wasserverdampfung beim Schwitzen die Eigentemperatur bisweilen um mehrere Grade und die Pulszahl ändert sich mit der Temperatur auf 120 bis 140 Schläge u. s. w. in der Minute. Es muss dann eine wesentliche Abkürzung des Schichtraumes (Arbeitszeit) erfolgen.

Die Ernährung der Arbeiter leidet vielfach, weil die mittägliche Pause zu kurz ist; sie leidet, weil die Arbeiter bisweilen gezwungen sind, die Mahlzeit in den schlechten Arbeitsräumen einzunehmen. Hinderlich für die Zubereitung der Kost im Hause ist, dass die Frauen gleichfalls im Fabriksbetrieb dienen. Verheirateten Frauen müsste zur Besorgung des Mittagessens eine entsprechende Arbeitspause gewährt werden.

Schädigungen des Auges sind durch angestrengte Thätigkeit der Sehorgane nur bei Schriftsetzern, Lithographen, d. h. Gewerben, welche das Auge zum Lesen verwenden, beobachtet. Bei lärmenden Gewerben und Industrien nimmt die Schärfe des Gehörs ab (Eisenbahnbetrieb).

Jene Berufsarten, welche durch geistige Arbeit ihr Brot verdienen, liefern unzweifelhaft mehr Irre nach den Heilanstalten als jene, deren Thätigkeit vornehmlich in Muskelarbeit besteht; unter den Gewerbetreibenden findet man bei Schneidern, Schustern, Buchbindern, Schreinern etc. Geisteskranke vorwiegen.

Traumatische Verletzungen.

Durch die Benutzung von Maschinen aller Art, ferner durch Handwerkszeuge und die Bearbeitung des Materials drohen dem Arbeiter zahlreiche Gefahren. Am häufigsten verursachen die Zahnräder, Treibriemen, Transmissionen, Cylinder, Rollen, Leitungsstränge, Schwungräder, Kreissägen u. s. w. Verletzungen.

Die Zahnräder verursachen zwar die meisten, selten aber schwere Verletzungen: Verlust der Finger, größere oder geringere Zerstörung des Vorderarmes. Ähnlich wirken Rollen oder Walzen. Sehr häufig sind in zweiter Linie Verletzungen durch Treibriemen und Transmissionen. Dieselben erfassen nicht selten bei Contact die Arbeiter an den Kleidern, oder diese geben, indem sie den Treibriemen ein- oder ausschalten sollen und mit den Händen zugreifen, ohne die Maschinen abgestellt zu haben, durch Leichtsinn Anlass zu den allerschwersten tödtlichen Verletzungen. Nicht selten werden Maschinisten verletzt, weil sie die Maschinen an Stellen, die nur bei Stillstand des Motors geölt werden sollen, mit Öl versehen. Das Antreiben eines Schwungrades mit der Hand kann gleichfalls verderblich werden.

Traumatische Verletzungen mit Werkzeugen, namentlich mit dem Hammer, Meißel u. dgl. sind ganz gewöhnlich; ebenso Quetschungen der Füße durch herabfallende Gegenstände. Von ungeheurer Wirkung sind Explosionen, wie sie in Bergwerken, der Schießpulverindustrie, ferner bei Dampfkesselexplosionen jahraus, jahrein aufzutreten pflegen, ferner das Bersten von Centrifugalmaschinen, Ventilatoren.

Vielfach sind bei den Verletzungen durch Maschinenbetrieb die engen Räume der Fabrikslocalitäten schuld, dann aber auch die Unvorsichtigkeit der Arbeiter selbst, wie sie sich ja in der Gewöhnung an tägliche Gefahren so häufig ergibt. Wie sehr namentlich die Unvorsichtigkeit, aber wohl auch Ungeschicklichkeit junger Leute die Zahl der Beschädigungen beeinflusst, zeigt die Statistik.

Von 100 Unglücksfällen treffen

41	auf	Kinder unter	15		Jahren.
36·4	„	Leute von	15	bis	25	„
13·1	„	„ „	25	„	40	„
9·5	„	„ „	40	„	60	„

Die Verletzungen betreffen am häufigsten die bei der Arbeit hauptsächlichst beschäftigten Hände und Arme (Loiset). Von 100 Verletzungen kommen

87	auf	die oberen Extremitäten
7·5	„	„ unteren „
5·5	„	Kopf und Rumpf.

Zum Schutze der Gefährdung durch Maschinen lässt sich mancherlei Zweckentsprechendes durchführen. Zunächst müssen die Maschinenräume hinreichend geräumig sein und freie Wege für die Communication in aufrechter Stellung besitzen. Alle Theile von Maschinen, welche Bewegungen ausführen und an allgemein zugänglichen Räumen in erreichbarer Höhe sich befinden, oder doch bei Störungen im Betriebe gefährden können (abfallende Transmissionen) müssen mit Schutzgittern, Schutzbrettern u. dgl. versehen sein. Auch an den eigentlichen Arbeitsmaschinen, Hobelbänken, Kreissägen u. s. w. sind alle Theile, welche nicht zu dem Zwecke der Arbeitsleistung unbedingt freibleiben müssen, mit Bedeckung zu versehen. Transmissionen sollen nur mittelst Hakens übergeschoben und ausgeschaltet werden. Der Beginn des Betriebs der Maschinen muss durch ein allen Arbeitern wohlbekanntes Zeichen kenntlich gemacht werden. Die Arbeitsräume sollen, wenn sie nicht directe Vorrichtungen zur Außerbetriebsetzung der Maschinen besitzen, durch elektrische Leitungen mit dem Maschinenraum in Verbindung stehen, um sofort Haltsignale geben zu können. Die Arbeiter in Maschinenräumen sollen mit enganliegender Kleidung versehen sein.

Dampfkesselexplosionen lassen sich sehr vermindern durch die in vielen Staaten eingeführten Kesselrevisionen, bei welchen die Manometer der Maschine mit einem Normalmanometer verglichen, die ganze Kesselanlage geprüft, der Kessel selbst unter den doppelt so hohen Druck gebracht wird, welchen er bei normalem Betrieb zu leisten hat. Den wesentlichsten Schutz bietet außerdem ein geschultes und pflichttreues Heizerpersonal.

Centrifugalmaschinen werden durch Bruch unter explosionsartigen Wirkungen zerstört. Sie sollen, da bei dem Zerspringen die Splitter nur in einer horizontalen Ebene geschleudert werden, in den Boden des Arbeitsraumes eingesenkt, unter allen Umständen aber mit einem starken Eisenmantel umgeben sein.

Ventilatoren oder Schwungräder schleudern beim Bersten die Eisenstücke in einer Verticalebene; man wird daher thunlichst in der Aufstellung auf die Möglichkeit eines Unglücksfalles Rücksicht nehmen und nicht Arbeitsräume und Arbeitsplätze direct über derartige Anlagen anbringen.

Störungen durch verdorbene Luft.

Es werden nicht selten für den Gewerbe- und Fabriksbetrieb Localitäten verwendet, die zu keinerlei Wohnzwecken tauglich sind; meist werden die an sich schlechten Räume thunlichst ausgenutzt, so dass oft für den einzelnen Arbeiter, ungerechnet der vom Arbeitsmaterial verdrängten Luft, nur 4 bis 5 m^3 Luftraum übrig bleiben. Zur kalten Jahreszeit wird mit dem Heizen gespart und nie ein Fenster geöffnet. Die Luftverpestung muss unter solchen Verhältnissen immer eine hochgradige sein, wenn auch jedwede weitere Einwirkung von Seiten des Gewerbes ausgeschlossen wäre, aber gerade letztere ist die weit überwiegende.

Wir haben schon früher einzelne als Luftverunreinigung in Frage kommenden Gase, welche beim Gewerbebetrieb entstehen, angeführt und werden in der speciellen Gewerbehygiene hervorheben, unter welchen Umständen die Luftverunreinigung eine bedeutende wird. Eine große Zahl irrespirabler Gasarten, schwefelige Säure, Salpetersäure und salpetrige Säure, Untersalpetersäure, Ammoniak, Chlor, Bromdämpfe, wirken ein, ferner der giftige Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, Schwefelkohlenstoff, Arsenwasserstoff u. s. w.

Die Abfälle der Arbeitsstoffe oder die staubförmigen Arbeitsproducte theilen sich der Luft mit; die letztere ist immer mehr oder weniger damit beladen. Hesse fand in 1 m^3 Luft an Staub in

einer Filzschuhfabrik	175 *mg*
„ alten Mahlmühle . . .	48 *mg*
„ neueren Mahlmühle . .	4 *mg*
„ mechanischen Weberei .	3 *mg*
„ Bildhauerwerkstätte . .	9 *mg*
„ Papierfabrik . .	4 bis 25 *mg*
einem Eisenwerk . . .	72 „ 100 *mg*
einer Kohlengrube . .	14 *mg*
„ Erzgrube . . .	14 *mg*
einem Wohnzimmer . .	0 *mg*

Die Staubarten sind aber höchst ungleich in ihrer hygienischen Dignität, manche Staubarten sind giftig, sie erzeugen, indem sie eingeathmet und geschluckt werden, die gewerblichen Vergiftungen, andere Staubarten wirken durch ihre physikalischen Eigenschaften allein, und rufen die eigentlichen Staubinhalationskrankheiten hervor.

Die gewerblichen Vergiftungen werden am häufigsten durch Blei, Quecksilber, Arsen, Phosphor und Zink hervorgerufen; selten durch organische Gifte wie Nicotin, Anilin. Kinder werden leicht ergriffen; in manchen Fällen leiden besonders die Frauen während ihrer Schwangerschaft. Von 100 syphilitischen Frauen werden im Durchschnitt 28 von Frühgeburt befallen, von den Bleiarbeiterinnen aber 60 (Tardieu). Wenn man auf 1000 Geburten im Mittel 33 Todtgeburten rechnet, hat man bei schädlichen Betrieben oft 150 bis 170 zu rechnen (Sick). Auch an den Kindern rächt sich noch die Gesundheitsschädigung der Mutter, indem eine große Mortalität in dem ersten Lebensjahr die Kinder dahinrafft. Den gewerblichen Giften kann nicht selten auch die Nachbarschaft von Fabriken durch Flugstaub ausgesetzt sein.

Bei der Staubinhalation fühlt man zunächst Kitzel im Halse, durch Räuspern und Auswürfe entsteht dann Trockenheit, schließlich Katarrh mit Husten. Die häufigen Hustenstöße erweitern die Lungenbläschen emphysematisch Die Katarrhe disponieren zu Pneumonien und Lungenphthise. Letztere wird jedenfalls durch das häufige Ausspucken von Seite phthisisch Erkrankter durch die Wiederzerstäubung der Infectionsstoffe wirksamst verbreitet. Bei den einzelnen Staubarbeiten finden sich große Unterschiede.

Man hat die verschiedenen Staubarten mit besonderen Namen belegt. Da wir in der speciellen Gewerbehygiene auf die einzelnen gefährdeten Betriebe zu sprechen kommen, sei hier darauf verzichtet, näher einzugehen. Auffallend selten tritt bei der Kohlenstaubinhalation Phthise auf, häufig aber bei allen anderen Staubinhalationen.

Auch Staubinfectionskrankheiten hat man beobachtet: bei der Maschinenpapierfabrication sieht man bei den Hadernsortiererinnen häufig Conjunctividen, chronische Katarrhe, eine acute Infectionskrankheit, die bisweilen als Lungenentzündung aufgefasst wurde, auftreten; nach ein bis fünf Tagen kann der Tod unter mehr oder minder ausgeprägten Fiebererscheinungen eintreten. Man hat diese „Hadernkrankheit" als Milzbranderkrankung aufgefasst, von anderer Seite wurden aber Keime, welche mit den Bacillen des malignen Ödems identisch zu sein scheinen, gefunden.

Der Staub und giftige Gase.

Die Bekämpfung hat in erster Linie die Quellen der ungesunden Luft zu entfernen:

1. Indem man staubendes Material thunlichst unter Wasser zerreibt, oder doch in geschlossenen Mörsern stoßt.

2. Wo Stauben und die Entwickelung störender Gase nicht zu vermeiden ist, können die Operationen unter einem gut ziehenden Abzug, der mit einem Schornstein verbunden ist, vorgenommen werden.

3. Wenn die vorgenannten Maßnahmen nicht zulässig oder nicht zureichen, kann eine gute Ventilation die Übelstände mildern; besser ist ein Gelingen nach den beiden ersten Methoden. Findet sich viel Wasserdampf in der Luft, so muss die frische Luft vorgewärmt eingeleitet werden.

4. Aushilfsweise, wenn keine andere Abhilfe thunlich, können Respiratoren getragen werden. Es werden jetzt sehr einfache und leichte, keinen Athemwiderstand bietende hergestellt, welche mit der Nase zu verbinden sind. Ein leichter Pergamentschlauch führt von dem Nasenventil nach einem dichten Baumwollenschlauch, daraus wird die Luft entnommen. Der Wollschlauch ist in einem Metallkästchen, dessen siebförmige Wandungen bereits Staub zurückhalten, und welches auf dem Rücken getragen wird, untergebracht. Der Apparat reinigt staubige Luft. Sind schädliche Gase in einem Raume vorhanden, so würde in manchen Fällen, indem man den Pergamentschlauch mit einer Öffnung im Fenster verbindet, wenn es sich um eine am bestimmten Platze ausgeführte Arbeit handelt, eine Freiluftathmung möglich sein. Die Nasenathmungsventile sind allen früheren Einrichtungen vorzuziehen; man athmet beliebig lange ohne jedwede Störung. Die Befestigung ist nicht belästigend..

Nur in Noth und Unglücksfällen könnten Apparate, die dem Taucherhelm nachgebildet sind, Anwendung finden, nie aber zur Arbeitsleistung.

5. In staubigen oder Localen mit schädlichen Dämpfen dürfen nur so viel Personen beschäftigt werden, als unbedingt zur betreffenden Arbeitsleistung nothwendig sind.

6. Die Arbeiter sollen besondere Arbeitskleider anlegen und Gelegenheit haben, durch ein Bad oder Brause den Staub vom Körper zu entfernen.

7. In Fabriks- und Arbeitslocalitäten darf nie eine Mahlzeit eingenommen werden.

Gewerbestatistik.

Einen Überblick über die Statistik der Erkrankungen im Gewerbebetrieb geben folgende Zahlen:

Nach den Angaben für die Schweiz erkranken weit mehr Frauen als Männer; im Durchschnitt ergeben sich im Jahr 6·34 Tage mit Erwerbsunfähigkeit.

Von 1000 Arbeitern erkrankten

an Erkrankungen der Verdauungs-Organe	85·3
" " " Athmungs- "	58·3
" " " Bewegungs- "	31·8
" " " Haut	20·3
" " " Augen	8·9
" " " Harn- und Geschlechtsorgane	7·5
" " " Nerven	5·1
" " " Kreislauforgane	3·9
an Verletzungen	32·5

Die Erkrankungen in den einzelnen Betrieben sind der Zahl nach sehr ungleich.

Von den Mitgliedern der Berliner Krankencasse starben (auf 1000 berechnet

von den Buchdruckern	16·8	Gürtlern	8·4
Drechslern	13·8	Vergoldern	8·0
Malern	11·9	Schlossern	7·8
Zimmerleuten	11·1	Klempnern	7·7
Tischlern	10·8	Schustern	6·3
Bildhauern	10·7	Tapezierern	5·9
Goldarbeitern	10·2	Schlächtern	4·5
Schneidern	9·0		

In den einzelnen Betrieben mit Arbeitstheilung zeigen sich in der Gesundheitsschädlichkeit häufig recht offenkundige Verschiedenheiten.

Es erkranken in der Papierindustrie[1] von 1000 Arbeitern:

im Lumpensaal	479
im Holländersaal	193
im Papiersaal	377
bei den Setzern	304
" " Druckern	250
" " Buchbindern	98

[1]) s. unter Gewerbehygiene.

Auf 100 Eisenbahnbeamte treffen jährlich an Erkrankungen:

Vom Personal der Zugbeförderung	82
" " " Zugbegleitung	64
" " " Bahnbewachung	38
von den Stationsbeamten	32
niederer Stationsdienst	54
von den Weichenwärtern	48
" " Bureaubeamten	26

Schutz gegen Überarbeitung. Fabrikinspection.

Es ist ein berechtigtes Streben, eine Überarbeitung im Berufe zu verhüten. Die zur Erschöpfung führende Arbeit ist nie eine fruchtbringende; werden Muskeln wie Geist zu lange angespannt, so sinkt für die spätere Arbeitszeit immer mehr die Leistung, und man erreicht nur geringen Arbeitsgewinn. Die Arbeitsleistungen in den einzelnen Betrieben sind sehr ungleich, es gibt Betriebe mit überwiegender Muskelthätigkeit, Bierbrauer, Fleischer, Kesselschmiede, Kupferschmiede, Küfer, Zimmerleute, Steinbrecher, Müller u. s. w. meist mit kurzer Arbeitszeit, aber hoher Stundenleistung an Arbeit;

ferner Betriebe mit geringer Stundenleistung und langer Arbeitszeit, wie Blumenfabrication, Bürstenbindereien, Färberei, Gärtnerei, Hutmacher, Schneider, Kutscher, Uhrmacher, Textilarbeiter u. s. w.;

endlich geistige Beschäftigung einfachster Art, mit langer Arbeitszeit, Buchdrucker, Setzer, Graveure.

Von vielen Seiten werden Klagen über Überarbeitung erhoben; höchst selten von solchen, welche kurze Zeit und intensiv angestrengt werden, als vielmehr von solchen, welche lange Arbeitszeit haben. Die Maßnahmen gegen Überarbeitung finden ihren Angelpunkt in dem „Normalarbeitstag“.

1. Der Normalarbeitstag sucht gesundheitliche Nachtheile abzuwenden und einer frühzeitigen Consumption des Körpers zu steuern;

2. die Ziele desselben sind zum Theil rein sociale.

Die Arbeitszeiten sind aus leicht einzusehenden Gründen sehr ungleich bemessen; beim Schmied verbietet sich die lange Arbeitszeit von selbst, ebenso dort, wo insanitäre Verhältnisse vorliegen, beim Glasbläser, in der Zuckerfabrik, Tunnelbau, beim Kohlenarbeiter und dort, wo eine intensive Anspannung und Aufmerksamkeit nöthig ist, bei dem Locomotivendienst u. dgl.

Da es im Fabriksbetriebe viele sehr einfache Manipulationen gibt, die an die Muskelarbeit keine nennenswerten Anforderungen stellen, so hat man die Arbeitszeit oft außerordentlich ausgedehnt, bis schließlich alles, was nicht Schlafzeit war, zur Arbeitszeit wurde.

Die belgische Arbeiterenquête hat in der Leinenindustrie, Hanf-, Baumvoll-, Wollenindustrie, Bleicherei, Weberei folgende Arbeitszeiten festgestellt:

9 St.	10 St.	11 St.	12 St.	mehr als 12 St.
1038 Arb.	13437	12716	55753	5734.

Die russischen Mattenweber arbeiten 18 Stunden, sie haben 5 Stunden Schlaf in zwei Abtheilungen (Dementjeff).

In Deutschland beträgt die wirkliche Arbeitszeit:

für Schneider . . . . 12—17 Stunden,
für Bergarbeiter . . . . 8—10 Stunden,
Maschinenbau, Metallarbeiter, Fabrik und Handarbeit 10—11 Stunden, selten 12—13 Stunden.
Bildhauer, Maurer, Steinhauer 8—9 Stunden, nie über 11 Stunden.

Nicht ohne Interesse ist es, mit diesen Arbeitszeiten die Thatsache in Parallele zu stellen, dass in vielen Schulen und Gymnasien, durch die Arbeit die Schlafzeit der Schüler auf 4—6 Stunden täglich reduciert ist.

Die lange Arbeitszeit hat sich im Wesentlichen aus der Accordarbeit entwickelt, als die Überproduction die Preise drückte.

Die Klagen über Überarbeitung werden gerade bei der Fabriksarbeit so häufig erhoben, weil die Monotonie der Beschäftigung übel auf den Menschen einwirkt; das Gebundensein und die geringe freie Zeit geben gleichfalls eine Erklärung für den Überdruss an dieser Beschäftigungsweise.

Klagen werden von der Landbevölkerung oder selbst aus der Hausindustrie, welche wohl die längste Arbeitszeit unter schlechten hygienischen Bedingungen zu ertragen gezwungen ist, fast nicht erhoben.

Einen allgemein giltigen Arbeitstag kann es nicht geben, wenigstens nicht vom hygienischen Standpunkt aus, sondern nur eine Grenzbestimmung betreffs der äußersten Forderung bei leichter Arbeit.

In manchen Staaten ist eine Verkürzung der Arbeitszeit bereits durchgeführt; durch die Erfahrungen in der Schweiz lässt sich zeigen, dass mit der Verkürzung der Arbeitszeit nicht unbedingt eine Verminderung der Production und ein Lohnentgang verknüpft sein muss. Man hat bei Verkürzung der Arbeitszeit in der Textilindustrie die Maschinen schneller laufen lassen und bei kürzerer Arbeitszeit, aber intensiverer Arbeit als sonst dieselbe Menge an Producten geliefert wie sonst.

Die socialen Ziele des Arbeitstages sucht man folgendermaßen zu begründen:

Wenn die Arbeitszeit verkürzt wird, sind für die gleiche Zahl der Bedürfnisse mehr Arbeiter nöthig als sonst; die Nachfrage nach Arbeitern wird größer, die sogenannte Reservearmee an Arbeitern wird herangezogen werden müssen. Das brotlose Proletariat nimmt ab. Der Erwerb kann schließlich der gleiche bleiben oder er steigt, wenn das Angebot an Arbeitern zu gering ist.

In der Textilindustrie in der Schweiz hat die Arbeitskürzung aber ganz andere Folgen gehabt; um keinen Ausfall an Wochenverdienst zu erleiden, wurde schneller gearbeitet und sogenannte Reserven überhaupt nicht herangezogen. Anders würde sich die Sache bei der Handarbeit gestalten müssen, da eine raschere Arbeit nicht erzielt werden kann.

Wesentliche Vortheile, die aus der Kürzung der übermäßig langen Arbeitszeiten entspringen, sind, abgesehen von der unmittelbaren gesundheitlichen Besserung, die Möglichkeit der Führung eines geordneten Haushaltes, bessere Überwachung der Kinder, Hebung der Bildung, Theilnahme an einfachen, das Leben verschönernden Genüssen. Manche erstreben den zehnstündigen, Andere den achtstündigen Normalarbeitstag; die Hygiene kann diese Maßregeln nicht für berechtigt erachten. Ein allgemein verbindlicher Normalarbeitstag ist ein Unding, denn in manchen Be-

trieben wäre auch eine nur achtstündige Anstrengung bereits schädlich. Als durchschnittliche Zeit bei mittlerer oder gar leichter Arbeit ist sie zu gering. Die Regelung der Arbeitszeit lässt sich nur für jeden Betrieb gesondert bestimmen; aber selbst dazu fehlt es zu Zeit noch an genügenden Anhaltspunkten, doch würde die Maßregel in dieser Hinsicht immerhin noch Aussicht auf Erfolg besitzen. Man hat die Beobachtung gemacht, dass dort, wo eine achtstündige Arbeitszeit besteht, der Arbeiter bei lohnendem Erwerb gerne Nebenbeschäftigungen annimmt.

Von großer Wichtigkeit erscheint die Gewinnung eines vollen Ruhetages in der Woche, der mit Sicherheit eine vollkommene Arbeitsfreiheit gewährleistet. Im allgemeinen wird diesem Verlangen durch die erstrebte Sonntagsruhe entsprochen. Jenen Betrieben, welche im Interesse Aller auf die Sonntagsruhe verzichten (Beförderungsdienst u. s. w.), muss ein voller Wochentag zur Entschädigung freigegeben werden. An dem dem Ruhetag vorausgehenden Arbeitstag muss die Arbeitszeit gekürzt werden. Es ist unzulässig, an Stelle eines ganzen Ruhetages etwa getrennt zwei halbe Tage zu gewähren.

Die Verwendung von Maschinen in den Fabriksbetrieben, und die damit verbundene Reduction der Handarbeit auf äußerst einfache Manipulationen, hat dazu geführt, Kinder als billigen Ersatz der theueren Arbeitskräfte Erwachsener zu beschäftigen. Alle Gefahren, die schon für die Erwachsenen Gesundheitsschädigungen herbeiführen, sind doppelt gefährlich für das Kind. Die Beschäftigung in monotoner Arbeitsstellung, die Überanstrengung hemmen und stören das normale Wachsthum. Rückgratsverkrümmungen, Knochenverbildungen, Scrophulose, Lungenkrankheiten sind häufig. Die ungenügende Erfahrung der Kinder führt viele traumatische Verletzungen herbei. Wird das Kind schon frühzeitig zur Fabriksarbeit zugelassen, so leidet auch die Schulerziehung desselben; ja, in dem allzu ungebundenen und unbeaufsichtigten Verkehr mit den Erwachsenen liegen erziehliche Gefahren mannigfacher Art; die Jugend verwildert, wird roh.

Der Staat hat das lebhafteste Interesse, die Gesundheit der Jugend zu wahren; es wurde daher fast überall durch gesetzliche Maßregeln eine Einschränkung der Kinderarbeit vorgenommen, wenn schon dieser Schutz ein vollkommener nicht genannt werden kann.

Das Kind und der Heranwachsende sollen von allen sicher mit Gesundheitsgefahren verbundenen Betrieben fern gehalten werden, ferner von jenen Betrieben, welche bei fehlender Achtsamkeit durch traumatische Verletzungen gefährlich werden können.

Das Kind und der Heranwachsende eignen sich nicht zu schwerer Muskelarbeit und nicht zu langgedehnter Arbeitszeit. Die ganze Entwickelung der menschlichen Muskelkraft zeugt von der geringen Tauglichkeit der Kinder zu Anstrengungen aller Art und warnt uns vor der Gefahr einer Überarbeitung. Quetelet findet als Kraft der Lenden im

8. Jahr	1·6 *kg*	für	1 *kg*	Körpergewicht
10. „	1·9 *kg*	„	1 *kg*	„
14. „	2·1 *kg*	„	1 *kg*	„
beim Erwachsenen	2·5 *kg*	„	1 *kg*	„

und Dementjeff hat bei der Fabriksbevölkerung die Hubkraft der Arme und des Rumpfes in folgender Größe gefunden:

Alter in Jahren	Kraft in Kilogramm	Alter in Jahren	Kraft in Kilogramm
14	82	30 bis 35	150
16	101	35 „ 40	160
18	128	40 „ 50	148
20 bis 21	140	50 „ 60	134

Man sieht also, dass ein Vierzehnjähriger fast nur die halbe Arbeitskraft eines Erwachsenen besitzt; die Kinder haben wegen ihres geringen Körpergewichts eine geringere Leistung, aber auch deswegen, weil sie procentisch weniger Muskeln besitzen als der Erwachsene.

Auch die Überanstrengung durch zu lange Arbeitszeit, oder eine in die Nacht ausgedehnte Thätigkeit rächt sich an der Gesundheit.

Der Kinderschutz sollte sich auf alle Gewerbebetriebe erstrecken; meist umfasst er aber nur die in Fabriken beschäftigten jugendlichen Arbeiter, da diese am gefährdetsten erscheinen. Viel nehmen an, man solle Kinder vor 14 Jahren überhaupt nicht zur Fabriksarbeit zulassen; von 14 bis 18 Jahren erst nach Beibringung eines ärztlichen Attestes, das sie für arbeitskräftig erklärt.

In Deutschland dürfen Kinder unter 12 Jahren nicht in Fabriken beschäftigt werden; Kinder von 12—14 Jahren höchstens sechs Stunden im Tage; 14 bis 16jährige können bis zu 10 Stunden beschäftigt werden. Die Arbeitsstunden dürfen nicht vor 5½ Uhr morgens beginnen und müssen 8½ Uhr abends geschlossen werden. Es müssen Arbeitspausen bei den Kindern von anderthalb Stunden, bei den 14- bis 16jährigen eine einstündige Mittagspause gewährt werden. Besondere Erlässe betreffen die Verwendung von jugendlichen Arbeitern in Walz- und Hammerwerken, Spinnereien, Steinkohlenbergwerken u. s. w.

Eines dringenden Schutzes bedürfen ferner die arbeitenden Frauen; die Frau ist unter vergleichbaren Verhältnissen nie zu denselben Arbeiten tauglich wie der Mann. Mehrere Tage in jedem Monate befindet sich die geschlechtsreife weibliche Arbeiterin durch die Menstruation in gestörtem Gesundheitszustande. Frauen müssen von allen schwereren Betrieben vollkommen ausgeschlossen werden; sie sollen namentlich aber auch zur Arbeit bei Nachtzeit nicht herangezogen werden. Wenn Mann und Frau in einer Fabrik dienen, so sollte die Frau des Mittags früher entlassen werden, um für die Herstellung der einfachen Mittagsmahlzeit sorgen zu können.

Gefährdet durch Fabriksarbeit sind namentlich schwangere Frauen; Frühgeburten und große Kindersterblichkeit zeigen sich in vielen Betrieben besonders häufig. Nicht nur die Frau, auch ihre Nachkommenschaft leidet unter der Anstrengung und unsanitären Verhältnissen der Fabrik. Die Frau sollte einige Wochen vor der Geburt und nach der Geburt bis zur gehörigen Rückbildung des Uterus von der Fabrik fern gehalten werden. Die schweizerische Fabriksgesetzgebung verlangt, dass die Frau insgesammt während 8 Wochen vor und nach der Niederkunft von Fabriksarbeit befreit bleibe. Mit dem Fernhalten von der Fabrik ist es freilich nicht abgethan, denn die Frauen müssen arbeiten, um ihr tägliches Brot zu verdienen. Ein Mühlhauser Fabrikant hat daher in humaner Absicht das Richtige getroffen, wenn er den von der Arbeit befreiten Schwangeren sogar ihren Arbeitslohn ungeschmälert ausbezahlen lässt.

Die von dem Staate mit Rücksicht auf die Ausnahme von Fabriken, wie auf die Arbeiter in den Fabriken erlassenen Gesetze und Verordnungen erfordern, wenn sie durchgeführt werden sollen, eine beständige Controle. Mit letzterer pflegt in vielen Staaten ein staatlich angestellter Fabriksinspector betraut zu werden.

Eine fruchtbringende Thätigkeit kann der Fabriksinspector nur entfalten, wenn ihm von Seiten der Arbeiter eine wirksame Unterstützung behufs Aufdeckung von Misständen und Schäden entgegengebracht wird.

Zur Zeit sind fast überall die Bezirke der Fabriksinspectoren zu bedeutende; die Inspectoren sind wohl nur in seltenen Fällen in der Lage, mehr als einmal eine Fabrik in einem Jahr zu besuchen, um die Ausführung der angeordneten Verbesserungen zu überwachen.

Der Fabriksinspection obliegt noch außer der Überwachung der Fabriksgesetzgebung die Pflicht, die sanitären Zustände der Arbeiterwohnungen, die Wohlfahrtseinrichtungen genau zu studieren, darüber an die Behörden Berichte zu machen, Anträge auf Verbesserungen zu stellen und als technische Beiräthe den Sitzungen von Oberbehörden anzuwohnen. Die derzeitigen Einrichtungen sollten nach mancher Richtung verbessert und namentlich eine Entlastung der Fabriksinspectoren durch Stellung eines geeigneten Unterpersonals herbeigeführt werden.

Drittes Capitel.

Specielle Gewerbehygiene.

Der Bergbau.

Gefahren des Bergbaues sind Bodensenkungen durch unvorsichtigen Abbau, Versiegen von Quellen, Luftverderbnis durch Hüttenrauch, Verunreinigung des Wassers durch die Abläufe von Halden.

Rauch und Staub lassen sich durch entsprechende Anlagen: Rauchschlote, Abzugscanäle u. s. w. beheben. Die Wasserentziehung aber ist eine der gewöhnlichsten und fühlbarsten Calamitäten für die Bevölkerung, welche im Bereiche eines Bergbaues wohnt. Viele Gewerkschaften sind deshalb verpflichtet, für die in der Nähe befindlichen Ortschaften besondere Wasserwerke anzulegen. Der Bergbau kann auch die Heilquellen gefährden, wie dies 1878 mit den Heilquellen von Teplitz durch den Ossegger Kohlenbergbau geschah.

Die Bodensenkungen werden veranlasst durch Herausnahme von Fossilien. Je tiefer die abgebauten Räume liegen, desto eher gleicht sich in den mächtigen aufliegenden Gebirgsschichten ihre Ausfüllung wieder aus, ohne dass sie sich an der Oberfläche bemerkbar macht. Eine andere Ursache zu Bodensenkungen liegt in der Entwässerung sehr wasserhaltiger Gebirgsschichten. Terrainsenkungen über Grubenbauen können Häusereinstürze herbeiführen, scheinen aber nur allmählich zu Stande zu kommen und sich dabei durch Risse etc. in den Häusern anzumelden. Doch können auch plötzliche Zusammenbrüche abgebauter Räume vorkommen, wie das auf der Königsgrube zu Königshütte in Oberschlesien vor etlichen Jahren geschah.

Das Gruben- und das Haldenwasser kann zu einer beachtenswerten sanitären Gefahr werden, wenn es durch Berührung mit Fossilien in der Grube oder durch Auslaugen der auf der Halde zur Verwitterung ausgebreiteten Mineralien giftige Stoffe, wie Kupfer-, Eisen-, Arsen-, Blei- und Zinkverbindungen u. s. w. aufgenommen hat. Wo es benachbarte Brunnen oder Nutzwässer gefährden sollte, muss es vor seinem Ablassen von den darin enthaltenen schädlichen Substanzen auf chemischem Wege befreit werden.

Weit bedeutungsvoller sind die Gefahren, welche dem Bergarbeiter drohen. Die Förderung einer Million Centner Kohlen bringt durchschnittlich drei Bergarbeitern gewaltsamen Tod. Von tausend Steinkohlengrubenarbeitern wurden in England während der Jahre 1851 bis 1859 durchschnittlich 4·4 im Jahre bei der Arbeit getödtet; in den preußischen Steinkohlenbergwerken in derselben Zeit zwei Arbeiter.

Die Umstände, welche diese ungewöhnlich zahlreichen Todesfälle veranlassen, sind:

1. Die Förderung. Das Ein- und Ausfahren in den verticalen Gängen (Schachten) findet statt:

a) Auf Leitern (Fahrten genannt); *b)* mittelst Fahrkünsten, d. h. durch Maschinen bewegte, abwechselnd auf und nieder gehende Auftritte; *c)* mit Fahrgefäßen, die an einem Eisendrahtseil auf und nieder gehen.

Die Förderung mittelst Leitern ist für die Arbeiter überaus anstrengend. Stürzt ein schwindelig oder schwach gewordener Arbeiter von seiner Leiter, so ist er meist unrettbar verloren und reißt oft andere mit. Auch die Fahrkünste strengen ebenfalls den Arbeiter an und sind keineswegs gefahrlos.

Die Fahrt mit Fahrgefäßen ist die bequemste. Allerdings muss durch häufige Prüfung des Drahtseiles der Gefahr eines Seilbruches vorgebeugt werden. Auch hat man Fangvorrichtungen, welche das Steckenbleiben der Fahrgefäße in ihrer normalen Lage im Schacht bewirken, eingeführt und die Fahrgefäße mit Dächern versehen, damit das beim Zerreißen herabfallende Seil den Arbeiter nicht verletze.

2. Die Bergwerksluft kann durch die Bodengase, Zersetzungsproducte des zur Stützung der Stollengänge verwendeten und verwesenden Holzes, Excremente der Arbeiter, Explosionsgase etc. in hohem Grade verdorben werden. Wenn der Sauerstoff vermindert ist, spricht man von einem matten Wetter, ist die Kohlensäure vermehrt, von einem schweren Wetter. Die Bergarbeiter inhalieren bisweilen eine Luft, deren Sauerstoffgehalt nur 8·6 Procent beträgt. In Kohlenbergwerken enthält die Luft Sumpfgas und andere Kohlenwasserstoffe, man nennt dies schlagende Wetter.

Die überall nassen Wände der Stollen (horizontale Gänge) und Schachte erhalten die Luft fast fortwährend bis zur Sättigung feucht, durch die Hauarbeit und durch Sprengungen wird sie staubig und reich an Explosionsgasen. Mit der Tiefe des Bergwerkes nimmt auch die Temperatur zu. Staubinhalationskrankheiten sind nicht selten. Die Arbeiter klagen auch häufig über Koliken, Luftbeklemmungen, Hinfälligkeit. Es tritt Hautblässe, Aufgedunsenheit, Schweiß, heftige Kopfschmerzen, Abmagerung, große Schwäche, Ohnmacht, Blutleere und der Tod ein. Eine Zählung der rothen Blutkörperchen ergibt dann eine wesentliche Herabsetzung der Zahl derselben.

Eine wirksame Abhilfe in dieser Beziehung kann nur von einer zweckmäßigen und ausreichenden Ventilation und von der Handhabung der größten Reinlichkeit erwartet werden.

Das einfachste und gebräuchlichste Verfahren der Bergwerksventilation besteht darin, durch ein Herdfeuer die in einem der Schachte enthaltene Luftsäule zu erwärmen und so in Bewegung zu setzen. In vielen Bergwerken geschieht die Ventilation aber auf mechanischem Wege durch von Maschinen getriebene Ventilatoren.

Schweißdurchnässt verlässt der Bergmann die feuchte Grube und ist beim Verlassen des Schachtes zur rauhen Jahreszeit jähem Temperaturwechsel ausgesetzt. Es ist deshalb erklärlich, warum die Bergleute so oft von Erkältungskrankheiten, Rheumatiden, Diarrhöen, Lungenentzündungen, albuminösen Nephritiden u. s. w. befallen werden. Bei allen größeren Bergwerken ist zu fordern, dass ein gedeckter Gang von der Schachtöffnung zum Zechhause führe und die Bergleute mit wollenen Kleidern versehen sind. Die Bergleute müssen auch Gelegenheit haben, sich durch ein Bad zu reinigen.

3. Die Beschäftigungsweise der Bergarbeiter ist eine sehr anstrengende. Die Bergleute müssen, in der ungünstigsten Körperstellung zusammengekauert, die Keilhaue führen, Bohrungen und Sprengarbeiten in staubiger Luft verrichten, gewonnene Fossilien auf abschüssigen Flächen, engen und dunklen Bahnen, oft auf allen Vieren kriechend, schleppen u. s. w. Die Folge dieser Schädlichkeit ist, dass sich bei einer großen Zahl dieser Arbeiter Deformitäten der Wirbelsäule, des Beckens u. s. w. entwickeln, und dass viele Arbeiter zu hinken beginnen. Besonders leiden die Hauarbeiter häufig an Herzkrankheiten, Hernien, an Verrenkungen des Sprung- und Handwurzelgelenkes, an Verhärtungen der Epidermis am Knie und am Ellenbogen und an serösen und fungösen Gelenksentzündungen.

4. Den in den Gruben beschäftigten Arbeitern drohen Gefahren durch Verschüttungen, Wasserstürze, Überschwemmungen, Explosionen entzündlicher Gase, Feuerausbrüche u. s. w.

Von größerer Bedeutung ist das sogenannte „schlagende Wetter“ in den Steinkohlenflötzen (seltener bei Braunkohle). Es besteht hauptsächlich aus Sumpfgas und entwickelt sich erfahrungsgemäß am ehesten bei einem rasch fallenden Barometer, z. B. unmittelbar vor Gewittern. Mit 3 bis 4 Volumen atmosphärischer Luft explodiert das Gas nicht, mit 6 Volumen schwach, mit 10 Volumen am heftigsten, mit mehr als 14 Volumen verbrennt es ohne Explosion über einer Kerzenflamme. In einem Gasgemisch aus 1 Theil Sumpfgas mit 15 bis 30 Theilen Luft vergrößert sich die Flamme und erscheint mit einem lichtblauen Scheine umgeben. Dieses Längerwerden der Flamme macht den Arbeiter auf Vorhandensein des schlagenden Wetters aufmerksam. Das explosive Gemenge dieses Gases mit Luft wird nur durch große Hitzegrade (weißglühende Kohle), aber nicht durch rothglühende Körper entzündet; darauf beruht die Davy'sche Sicherheitslampe. Von Sicherheit sind diese Lampen nur dann, wenn der Arbeiter bei der Einfahrt kein Feuerzeug mitnehmen darf und die Lampe so verschlossen empfängt, dass er sie selbst nicht mehr öffnen kann. Natürlich gewährt die bestconstruierte Sicherheitslampe keinen absoluten Schutz. Durch einen unglücklichen Zufall kann die Lampe

zertrümmert oder ihr Drahtnetz zu heiß werden. Die Erleuchtung der Bergwerke durch elektrisches Licht wäre nicht nur in dieser Beziehung von überaus großem Werte, sie wäre überhaupt ein wünschenswerter Ersatz der stets ungenügend beleuchtenden Grubenlampen; bei guter Beleuchtung wäre es auch leicht möglich, Bröcklichkeit der Gesteine rechtzeitig zu erkennen.

Das einzige sichere Mittel, welches man bis jetzt gegen Explosionen hat, ist eine hinreichend starke Ventilation zur Verdünnung und Beseitigung des Grubengases.

Man hat sogenannte Wetteruhren, welche vor dem Entstehen einer gefährlichen Gasmischung warnen sollen, construiert. Ein poröser Thoncylinder ist durch ein Manometer geschlossen; ändert sich die Zusammensetzung der Luft, so ändert sich durch die Gasdiffusion auch der Druck im Thoncylinder und setzt ein Läutewerk in Bewegung.

Durch schlagende Wetter entstehen oft mehr oder minder ausgedehnte Einstürze. Die Explosion des schlagenden Wetters bringt die Arbeiter in die Gefahr der Erstickung, da bei der Verpuffung des schlagenden Wetters mit Luft aus letzterer aller oder nahezu aller Sauerstoff zur Oxydation des Sumpfgases in Kohlensäure aufgebraucht wird. Sehr häufig werden Unglücksfälle durch Schießen und Sprengen bei der Bergarbeit veranlasst. Das Bohren der Sprenglöcher erzeugt viel Staub und ist eine sehr anstrengende Arbeit; zweckmäßigerweise wird es jetzt fast überall durch Steinbohrmaschinen bewirkt.

Die Verarbeitung der Erze zu Metallen.

Die Gewinnung der Metalle aus den verschiedenen Erzen hängt von der chemischen Zusammensetzung des Erzes ab. Namentlich ist es die Aufbereitung und die Verhüttung, welche sanitäres Interesse erregen.

a) Die Aufbereitung.

Die Aufbereitung hat wesentlich den Zweck, beigemengtes sandartiges, erdiges Material zu beseitigen. Meist werden die Erze in Pochwerken zerkleinert und dann entweder auf trockenem Wege durch Sieben oder durch Schwemmen mit Wasser in Brauchbares und Unbrauchbares geschieden. Gewisse Erze werden vor ihrer Aufbereitung an freier Luft längere Zeit liegen gelassen und dabei auch öfters angefeuchtet. Man nennt das „Verrotten“. Durch den hierbei sich vollziehenden Verwitterungsprocess findet namentlich die Oxydation der Schwefelverbindungen zu löslichen schwefelsauren Salzen statt.

Bei der trockenen Aufbereitung leiden die Arbeiter viel durch Staub, der namentlich bei verwitterten Erzen häufig giftige Substanzen enthält. Sie bedürfen ausreichender Schutzmaßregeln gegen diese Staubgefahr. Bei der nassen Aufbereitung und beim Verrotten ergeben sich Abwässer, die theils in Lösung, theils in Suspension metallhaltige, namentlich eisen-, kupfer-, zinkhaltige Verbindungen führen. Wenn diese Wässer benachbarte Brunnen oder anderes Nutzwasser gefährden, darf ihr freier Abfluss nicht gestattet, sondern es muss die voll-

ständige Reinigung derselben vor ihrem Ablassen gefordert werden. Da die hier in Betracht kommenden Abwässer als vorwiegende Bestandtheile meistentheils gelöste Metallsalze enthalten, so wird sich in vielen Fällen die Anwendung von Kalkmilch für die Reinigung eignen, da Kalk nahezu aus allen Lösungen der schweren Metalle die Basen ausscheidet.

Aufbereitungsflüssigkeiten, die keine gelösten, sondern nur suspendierte Metallverbindungen aufweisen, werden am zweckmäßigsten durch ein System von Absitzbasins geführt.

b) *Verhüttung.*

Als Verhüttung bezeichnet man solche chemische Operationen, welche mit der Reingewinnung eines Metalles oder einer Verbindung desselben endigen.

Manche Erze, wie z. B. die Eisenerze, werden durch eine einzige Operation, durch den Reductionsprocess im Hochofen, zu Metall umgewandelt.

Andere, namentlich die schwefelhaltigen Erze, müssen aber mehrfachen Operationen unterzogen werden. Meist werden die Erze zuerst bei Zutritt von Luft geglüht, wodurch ein Theil oder aller Schwefel verbrannt, die Metalle in Oxyde umgewandelt, das Wasser verdampft und viele begleitende Stoffe entfernt werden. Man nennt diese Operation, durch welche die Erze eine Oxydation erfahren, Röstung. Die Röstung der Erze geschieht in Schacht- und Flammöfen. Der Röstung folgt das Erhitzen des gerösteten Erzes unter Zusatz von Kohle und geeigneten, das Schmelzen befördernden Zuschlägen in Hoch- oder Schmelzöfen. Dieser Process ist ein Reductionsprocess; denn das durch die Röstung gebildete Metalloxyd wird durch die Kohle und Gichtgase in Metall übergeführt. Zugleich mit der Reduction findet auch ein Schmelzen oder die Destillation des Metalles (bei Zink, Quecksilber) statt. Außerdem ergibt sich eine an SiO_2 reiche Schlacke. Häufig muss das Rösten, sowie auch Reducieren (bei Kupfer, Nickel, Kobalt) wiederholt werden, um reines Metall zu erhalten (Concentrationsschmelzen).

Als Beispiel eines Schmelzofens sei ein Hochofen, wie er zur Eisenerzeugung dient, angeführt. Diese Oefen werden ununterbrochen oft mehrere Jahre in Gang erhalten und fortwährend mit abwechselnden Schichten von Holzkohle und Coaks mit dem Erze beschickt. Fig. 234 stellt einen solchen Hochofen im Durchschnitt dar. Die Kohlen nebst den mit Kalk vermengten Erzen werden oben, an der Gicht *A*, eingeworfen; zu ihr führt meist die sogenannte Gichtbrücke *P*. Die Beschickung sinkt, indem die Kohlen verbrennen, allmählich nieder und kommt in dem oberen Theil *B D*, dem Schacht, zum Glühen, wobei das Erz durch das durchströmende Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffgas, welches von den weiter unten befindlichen Kohlen herrührt, reduciert wird. Weiter unten, in dem Rost *E*, verengt sich der Ofen wieder, und dort herrscht eine größere Hitze, welche bei *F*, in dem Gestell, den höchsten Grad erreicht, wobei das Eisen sich mit Kohle verbindet und nebst der Schlacke schmilzt. An diesem Theil wird bei *F* mittelst Blasebälge oder anderer Gebläse auf 500 bis 800° erhitzte Luft in den Ofen geleitet, welche eine lebhafte Verbrennung der Kohlen bewirkt.

Das flüssige Metall und die Schlacke sammeln sich in *G*, dem Herde, an, und die leichte, obenauf schwimmende Schlacke fließt an dem oberen Rande des Herdes fortwährend ab. Das unten befindliche Gusseisen wird alle 12 oder 24 Stunden abgelassen und in Formen von Sand aufgefangen, wodurch man es in prismatischen Stücken, Gänze genannt, erhält.

Als Beispiel eines der Oxydation dienenden Flammofens sei jener, der beim Puddlingsprocess der Eisengewinnung benutzt wird

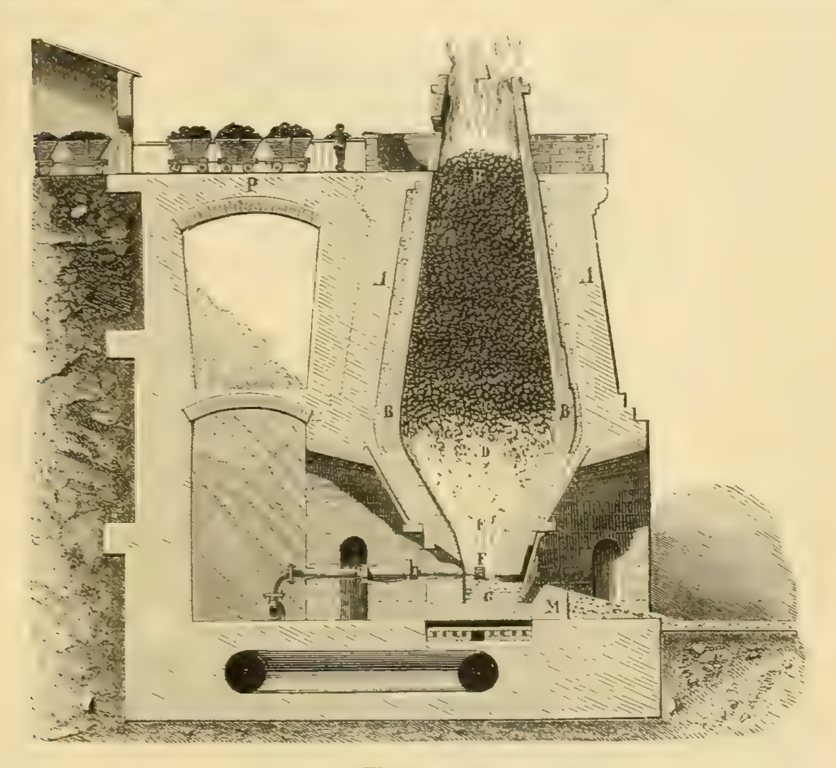


Fig. 234.

(Fig. 235 und 236) genannt. Die Flamme des auf dem Rost *F* befindlichen Brennmaterials gelangt über die Brücke auf den Herd *A*, wohin man das Beschickungsmaterial bringt, und entweicht durch den Canal *B* und den Schornstein *C*, der zur Regulierung des Zuges mit einer Klappe versehen ist. *D* ist eine Arbeitsöffnung, die leicht geschlossen werden kann und mittelst welcher das Umkrücken, das Mischen mit Zuschlag u. s. w. geschieht.

Man unterscheidet auch eine nasse Verhüttung. Manche Erze, wie Nickel und Kupfer, liefern durch Verwitterung oder nach ihrer Röstung Producte, die viel lösliche Metallsalze enthalten. Sie werden ausgelaugt und aus den Auslaugewässern durch entsprechende Fällungsmittel das Metall oder eine in Metall leicht überführbare Metallverbindung niedergeschlagen.

Die verschiedenen Manipulationen der Verhüttung sind für die Arbeiter und für die Anwohner mit Gesundheitsgefahren von großer Bedeutung verknüpft.

Das Aufschütten der aufbereiteten Fossilien, ihr Schichten und Umkrücken, ihr Mischen mit Zuschlag u. s. w. sind Operationen, die meist mit Entwickelung von (mitunter sehr giftigem) Staub einhergehen. Das Ausziehen der gerösteten Erze belästigt die Arbeiter durch Dämpfe, die hierbei aus dem Ofen entweichen. Die Dämpfe

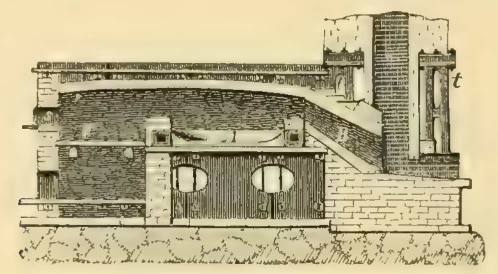


Fig. 235.

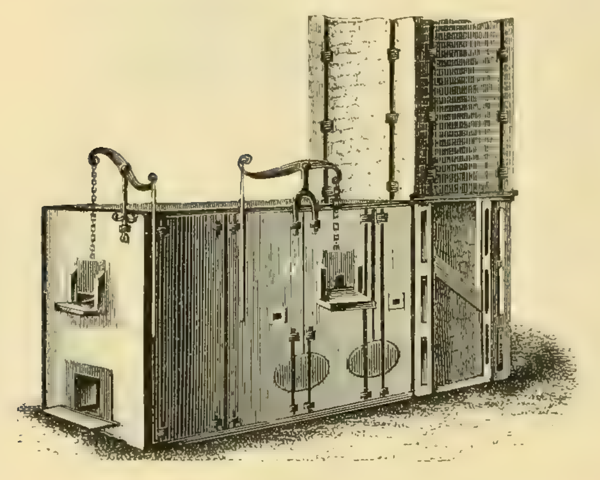


Fig. 236.

enthalten je nach der Natur der Erze neben schwefeliger Säure Blei, Zink, Kupfer, Arsen, Antimon u. s. w. Der Erzstaub, heiß und glühend, verbrennt die Haut und beschädigt die Augen.

Die sanitär bedeutsamste Belästigung bei der Verhüttung ist der Hüttenrauch. Mit dem Namen „Hüttenrauch" bezeichnet man gewöhnlich alle jene Dämpfe und Gase, welche bei den verschiedenen metallurgischen Processen entstehen, demnach alles das, was bei der Verhüttung von der Feuerstelle mit der Feuerluft abgeht. Durch den Hüttenrauch leiden nicht nur die Arbeiter, sondern auch die Anwohner, ja er kann selbst der Pflanzenvegetation in hohem Grade verderblich werden.

In jedem einzelnen Falle ist die Zusammensetzung des Hüttenrauchs eine andere. Sie hängt von der Beschaffenheit der Erze und von der Art der Verhüttung und den bei derselben verwendeten Öfen und Vorrichtungen ab. Das Rösten hat zum Zwecke,

den in dem Erze vorhandenen Schwefel, das Arsen und flüchtige fremde Metalle als Sauerstoffverbindungen so vollständig als möglich zu entfernen. Der Hüttenrauch ist dabei sehr gefährlich. Beim Rösten der silberhaltigen Kupfererze bildet sich wegen ihres hohen Arsengehalts sehr viel arsenige Säure. Bei Bleierzen fehlt meistens Arsen, dagegen tritt viel schwefelige Säure, sowie Blei- und Zinkdampf auf. Bei Galmai bilden Blei- und Zinkdampf nebst Kohlensäure vorwiegend den Hüttenrauch; bei der Blende sind es Blei- und Zinkdämpfe nebst etwas Arsen und viel schwefelige Säure, welche ihn vorwiegend zusammensetzen. Die Verhüttung der Nickel- und Kobalterze erzeugt einen Arsen und schwefelige Säure enthaltenden Hüttenrauch.

Nicht nur der in der Umgebung einer Hütte sich absetzende und durch den Wind mehr oder weniger weit verbreitete Hüttenrauch, auch die bei der Verhüttung abfallenden, je nach dem Erz, dem Zuschlag und der Verhüttungsmethode verschieden zusammengesetzten Schlacken und die aus Ofenbrüchen, Geschirr- und Gekrätzmassen sich ergebenden Rückstände einer Hütte enthalten nicht selten an und für sich lösliche oder durch die fortwährend aus der Hütte in die Luft gelangende schwefelige Säure löslich werdende giftige Metallverbindungen. Zerfallen solche Schlacken und Rückstände, so können sie, durch den Wind auf Pflanzen verstaubt, Culturen vernichten oder, durch Wasser gelöst, Trinkwasser, Menschen und Thiere gefährden.

Die bei der nassen Verhüttung sich ergebenden Abwässer können durch ihren Metallgehalt ebenfalls von großer Bedenklichkeit für Wasserläufe sein, müssen also vorher gereinigt werden.

Maßregeln zur Beseitigung der Schäden durch Hüttenrauch und giftige Abfälle sind:

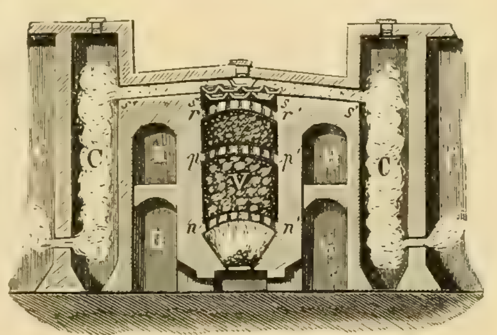
a) Zweckmäßige Wahl der Lage eines Verhüttungs-Etablissements, entfernt von Wohnungen; auf die Beziehungen zu Gewässern und Culturen wird man besondere Rücksicht zu nehmen haben.

b) Durchleiten des Hüttenrauches durch Schichten von Coaks, Bimsstein u. dgl., wo es sich um geringe Mengen eines chemisch indifferenten Flugstaubes handelt.

c) Durchleiten durch kühle Kammern oder Canäle. Dies genügt, wenn es sich um Abkühlung verflüchtigter Metallstaubtheilchen oder Metalldämpfe handelt.

d) Durchleiten durch Substanzen, welche schwefelige Säure binden, wenn diese die Belästigung bedingt.

e) Niederschlagung und Waschung des Hüttenrauches mit einem Wasserregen in Condensationskammern (sowie Condensation mittelst Elektricität). Man lässt entweder aus einer Spritzvorrichtung feine Wasserstrahlen auf den in hinlänglich langen und zahlreich abgetheilten Condensationskammern abziehenden Hüttenrauch fallen, oder man manipuliert in der Weise, dass man dem Rauche Wasserdämpfe beimischt. Diese zwar kostspieligen Mittel sind oft die einzige Abhilfe bei einem Hüttenrauch, der nebst schwefeliger Säure noch Metalldämpfe oder Metallstaub in größerer Menge enthält (s. auch Fig. 248).


Fig. 237.

Das Beispiel einer Condensationskammer zeigt Fig. 237. *V* ist ein Röstofen, welcher auf beiden Seiten mit einer Reihe von Verdichtungs-

kammern *CC . . . D* in Verbindung steht. Das zu röstende Erz schüttet man in groben Stücken auf das durchbrochene Gewölbe *nn'* des Ofens.

Mitunter wird es nothwendig sein, bezüglich einer unschädlichen Unterbringung oder einer etwaigen Verwertung der nicht selten gifthaltigen Schlacken und sonstigen Fabriksabfälle vorbeugende Anordnungen zu treffen.

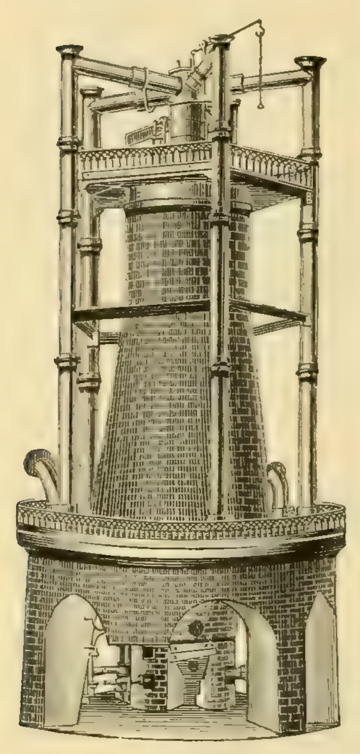


Fig. 238.

Die Verhüttung der Eisenerze in Hochöfen hat besondere Wichtigkeit durch die dem Ofen entströmenden Gase, Gichtgase genannt. Sie bestehen hauptsächlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und auch aus mancherlei Cyanverbindungen. Der Kohlenoxydgehalt beträgt häufig über 30 Procent. Ferner fehlt selten Ammoniak und schwefelige Säure.

Zum Schutze gegen diese für Anwohner und Arbeiter sehr gefährlichen Gase ist deren Auffangung und Verwendung zu mancherlei Zwecken des Hochofenbetriebes (s. Fig. 238), namentlich zum Schmelzen des Eisens in Flammöfen, zum Frischen, Puddeln, zum Erwärmen der Gebläseluft, zum Erhitzen der Dampfkessel angezeigt, weil die Gichtgase eine große Verbrennungswärme besitzen.

Bei jeder Art von Schachtöfen ist die Verwendung eines besonderen Füllkastens zu empfehlen, der einen mobilen Boden, d. h. einen Scheibenschieber hat und luftdicht auf den Fülltrichter passt. Der obere Deckel ist mit einem abwärts gerichteten Rande versehen, der in eine mit Sand zu verschließende Rinne eingreift. Wenn die Erze eingegeben sind, wird der Deckel aufgelegt, der ganze Kasten auf den Fülltrichter aufgesetzt und alsdann unten der Scheibenschieber geöffnet. Das Entweichen der Schachtofengase nach außen ist damit verhütet, und die Arbeiter (und auch die Anwohner) sind beim Beschicken des Ofens mit neuem Rohmaterial vor jeder Belästigung der sonst entweichenden Gichtgase geschützt.

Viertes Capitel.

Verarbeitung der Rohmetalle zu Metallwaaren.

Die Verarbeitung der Metalle zu den verschiedenen Schlosser-, Schmiede-, Spenglerwaren, zu Essgeschirren, Galanteriegegenständen, mechanischen Instrumenten hat inbezug auf die Anwohner nur insofern Interesse, als unter Umständen dabei ein belästigender Lärm entstehen kann; dagegen ist sie mit Gefahren für die Arbeiter verbunden.

Die Schmiedearbeit ist eine schwere, einzelne Muskelpartien überaus angreifende; Muskelzerreissungen (namentlich des Deltoideus des rechten Armes), Zerrungen der Bänder und Gelenkskapseln sind daher sehr häufig (Maisonneuve).

Der Schmied ist jähem Temperaturwechsel ausgesetzt (Gelenksrheumatiden, Anginen, Herzaffectionen, Morbus Brightii); er leidet an seiner Sehkraft durch den fortwährenden Reiz der grellen, glühenden Flamme (Pupillenverengerung mit darauf folgender Mydriasis), durch die strahlende Hitze an übermäßigem Schweiß und Säfteverlust; oft kommt es infolge reizender Wirkung des Staubes zur Schwerhörigkeit. Selten findet sich aber Phthise.

Die Arbeiter, welche mit dem Glätten der aus den Formen genommenen Gussstücke, dann jene, die mit dem Hobeln, Feilen, Polieren, Drehen und Bohren geformter Metallstücke beschäftigt sind, bieten, gebeugt über die Werkbank, die günstigste Haltung zur Resorption des metallischen Staubes, der oft nicht nur mechanisch reizend, sondern geradezu auch giftig ist.

Die durch die Arbeit bedingte Körperstellung führt zu verschiedenen Deformitäten und Knochenverkrümmungen, die Manipulationen mit dem Polierstahl und mit anderen Instrumenten setzen das Auge Verletzungen durch das Abspringen von Metallpartikelchen aus. Zur Verminderung der Erhitzung und Oxydation des Polierstabes und mechanischen Hobels wird derselbe mit einer verdünnten Kalilösung befeuchtet. Bei der Hin- und Herbewegung des Hobels oder Polierstabes kann ein Zerstauben der Masse auf die nahe und scharf zusehenden Augen schädlich einwirken und chronische Reizung der Ciliarränder bedingen.

Die Arbeitsräume der Metallarbeiter müssen geräumig, hoch und luftig sein. Über jedem Herde soll sich ein Mantel befinden, der weit genug ist, um das Mauerwerk, auf dem das Herdfeuer brennt, vollständig zu decken.

Was die individuellen Vorsichtsmaßregeln anbelangt, so sollten die Metallarbeiter verhalten werden, zum Schutze der Augen gegen Metallsplitter Visiere oder Brillen aus feinem Draht zu tragen. Arbeiter, deren Augen durch grelles Flammenlicht leiden, sollten sich farbiger Gläser bedienen. Ganz besonders zu empfehlen sind Glimmerbrillen. Sie legen sich mit ihrer Messingfassung genau dem vorderen knöchernen Augenhöhlenrande an. Die Gläser, $^1/_2$ *mm* dick und aus der reinsten Glimmersorte verfertigt, beeinträchtigen die Sehschärfe nicht, halten die Augen

der Feuerarbeiter kühl und mildern den grellen Schein der Flammen. Sie können selbst durch starke Gewalt nicht zertrümmert werden und sind viel leichter und billiger als Glasbrillen.

Das Überziehen der Metalle mit Bronze, Gold, Silber, Zink, Email u. s. w.

Da sich nur solche metallische Gegenstände, die eine völlig blanke, oxydfreie Fläche haben, mit anderen Metallen überziehen lassen, so werden, um die etwaigen Unreinlichkeiten zu entfernen, die Gegenstände zuerst poliert oder, wie man auch sagt, gebeizt. Auf die gebeizte Fläche werden dann Bronze, Gold, Silber oder andere Metalle aufgetragen.

Das Polieren geschieht durch Eintauchen der Metallgegenstände in Beizen, die meist aus Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Königswasser u. s. w. bestehen. Hierbei entwickelt sich eine reichliche Menge saurer, die Augen und die Respirationsorgane reizender Dämpfe von Salz- und Salpetersäure, Chlor u. s. w.

Sollen die gebeizten Gegenstände bronziert werden, so legt man sie entweder in eine Kupferlösung, die freie Salpetersäure enthält, oder man taucht sie in heiße ammoniakalische Kupferoxydsolution oder in Chlorarsen.

Kupferne Gegenstände werden häufig durch einfaches Eintauchen in Schwefelkaliumlösung oder in Lösungen von Grünspan, Salmiak und Essig, oder durch Auftragen eines Gemenges von Hornspänen, Grünspan, Colcothar und Essig und Erhitzen der Gegenstände über Kohlenfeuer bronziert.

Zum Bronzieren von Gyps- und Holzgegenständen, sowie auch mancher Metallgusswaren, ferner in der Buch- und Steindruckerei, in der Lackiererei, in der Wachsleinwand- und Tapetenfabrication wird die Bronze durch Überziehen mit Bronzefarben nach dem vorherigen Anstreichen mit Firnis hergestellt.

Bei dieser Verarbeitung sind die Arbeiter theils feinem Metallstaub, theils ammoniakalischen oder giftigen Gasen (Bronzieren mit ammoniakalischer Kupferlösung oder Chlorarsen), theils auch stinkenden Dämpfen (Bronzieren mit Schwefelkaliumlösung, Erhitzen von Hornraspelspänen u. s. w.) ausgesetzt.

Gold oder Silber werden am häufigsten auf galvanischem Wege und durch Feuer aufgetragen.

1. Das Versilbern und Vergolden im Feuer geschieht mit Hilfe eines Silberamalgams (oder Goldamalgams) oder eines Gemenges von Silber (oder Gold), Salmiak, Kochsalz und Quecksilberchlorid, das man auf die durch Beizen gereinigte Oberfläche des Metalles aufreibt. Aus dem Überzuge wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt. Die Arbeiter sind demnach durch Einathmen von Quecksilberdampf, durch Bespritzen verschiedener Körperstellen mit der Quecksilbersalzlösung, durch Berührung der Hände mit dem fein vertheilten Quecksilber bei Amalgambereitung gefährdet; sie leiden darum so häufig an Quecksilbercachexien.

Es bildet sich „das Zittern der Vergolder", anfangs mit dem Gefühle von Ameisenkriechen, und steigert sich langsam. Auch die Sprache versagt den Dienst, die Muskeln des Gesichts und der Extremitäten erkranken und schließlich wird der Kranke völlig hilf- und machtlos. In günstig verlaufenden Fällen lassen die Erscheinungen innerhalb sechs bis acht Wochen allmählich nach und enden in Genesung.

Durch den Schornstein, in welchen die heißen Quecksilberdämpfe geleitet werden und in welchem sich das Quecksilber unter Umständen condensiert, kann erfahrungsgemäß Quecksilberdampf nach Nachbarwoh-

nungen dringen. Verbrauchte, noch Säure oder Quecksilber in Lösung enthaltende Flüssigkeiten dürfen nicht frei abgelassen werden.

Zum Schutze der bei der Feuervergoldung und Feuerversilberung beschäftigten Arbeiter sind die bereits früher besprochenen Präservativmaßregeln gegen gefährliche Dämpfe anzuordnen. Zum Schutze der Anwohner dagegen wird in der Regel eine zweckmäßige Anlage der Schlote ausreichen, bei einem großen Betriebe wird aber die Anbringung von Condensations- oder Retentionseinrichtungen gefordert werden müssen.

2. Auch bei der Vergoldung und Versilberung der Gegenstände auf galvanischem Wege muss die Oberfläche derselben vollkommen gereinigt sein. Es geschieht dies durch Eintauchen in siedende Natronlauge, wodurch das Fett und der Schmutz aus den Vertiefungen entfernt werden. Dann folgt das Beizen mit Säuren.

Zur galvanischen Vergoldung und Versilberung bedient man sich als Zersetzungsflüssigkeit der löslichen Verbindungen des Cyankaliums mit Gold oder Silber. Die zu vergoldenden oder zu versilbernden Gegenstände werden in die Zersetzungszelle mittelst eines Drahtes eingetaucht, der mit dem positiven Pol der Batterie in Verbindung steht. Der Batterie negativer Pol endet in der Zersetzungszelle an einem Platin-, Gold- oder Silberblech.

Viele Vergolder bereiten sich ihre Goldchlorid- oder ihre Silbersalzlösung selbst; dabei entstehen salpetersäure- und chlorhaltige Dämpfe, die unter Umständen für Arbeiter und Anwohner belästigend sein können.

Man kann auch galvanisch verkupfern, sowie Messing, Zink, Zinn, Nickel ablagern. Der Versilberungs- oder Vergoldungsflüssigkeit wird zur Erzielung eines glänzenden, blanken Silberüberzuges häufig Schwefelkohlenstoff oder Jod, auch Chloroform zugesetzt.

Die cyankaliumhaltigen Vergoldungsflüssigkeiten zersetzen sich sowohl beim Stehen dieser wässerigen Lösungen an der Luft durch die Kohlensäure, als auch durch den elektrischen Strom und entwickeln Blausäure in freier Form. Auch entweicht diese, wenn zum Zwecke der Silbergewinnung aus bereits abgeschwächten oder sonst unbrauchbar gewordenen Lösungen Salzsäure als Fällungsmittel angewendet wird. Die bei der galvanischen Vergoldung beschäftigten Arbeiter sind, wenn nicht für ausreichende Ableitung der Dämpfe durch Ventilation gesorgt ist, nicht bloß Blausäuredämpfen, sondern unter Umständen auch der Einwirkung von verflüchtigten Schwefelkohlenstoff- und Chloroformdämpfen ausgesetzt.

Das Fällen abgeschwächter Gold- oder Silberlösungen behufs der Metallgewinnung (Gold oder Silber) durch Salzsäure sollte nur im Freien oder wenigstens unter einem Abzugschlote geschehen.

Das Wegschütten von Abfällen aus den Beizen und cyankaliumhaltigen Lösungen darf nicht gestattet werden, wenn Brunnen oder andere Nutzwässer verdorben werden können.

Die Verzinnung und Verzinkung der Metalle geschehen meist auf trockenem Wege. Die zu verzinnenden (oder zu verzinkenden) Flächen werden mit Säuren bei gleichzeitiger Anwendung von Kolophonium und Salmiak gebeizt. Die Verzinnung des Kupfers, Messings und Schmiedeisens geht leicht vor sich, indem man das zu verzinnende Gefäß fast bis zum Schmelzpunkt des Zinnes erhitzt, Zinn darauf schüttet und das Metall mittelst eines Büschels Werg, der mit etwas Salmiak bestreut worden ist, auf der Oberfläche des Gegenstandes durch Reiben vertheilt.

Um Eisenbleche zu verzinnen oder zu verzinken, werden die Bleche erst mit sauer gewordenem Kleienwasser und mit Schwefelsäure gebeizt, darauf in schmelzendes Talg und dann in geschmolzenes Zinn oder Zink eingetaucht. Nachdem die Bleche hinreichend mit Zinn oder Zink überzogen sind, werden sie aus dem Zinn- oder Zinkbade entfernt, durch Schlagen mit einer Ruthe oder durch eine Hanfbürste von überflüssigem Zinn befreit und mit Kleie oder Kalkhydrat gereinigt.

Der zu dieser Operation verwendete Talg entwickelt flüchtige Säuren und wegen der bedeutenden Erhitzung auch Acroleïn; weiter entsendet das Zinnbad (oder Zinkbad) eine reichliche Menge sich verflüchtigender Metalldämpfe, welche eingeathmet, Ermüdung sämmtlicher Muskelgruppen, allgemeine Steifigkeit der Glieder, Dyspnoë, Beklemmung, Zittern der Extremitäten, Krämpfe, Erbrechen, Koliken, Expectorationen massenhafter süßlicher Sputa hervorrufen können.

Unter Emaillieren versteht man das Überziehen der Gefäße von Metall mit einer leichtflüssigen Glasmasse.

Um das Email zu erzeugen, wird ein Gemenge von Glas, Sand, Soda, Borax, Feldspat und verschiedenen, zum Theil auch zur Färbung dienenden Metalloxyden, darunter Bleioxyd, zerstoßen, gesiebt und das hierbei entstandene Pulver auf die zu emaillierende Fläche mittelst Leim oder Gummi aufgetragen. Die Waren werden dann in Emailöfen geglüht, die Emailmasse wird hierbei flüssig und bedeckt nach dem Erkalten als eine dünne Glasschicht die Flächen der Gefäße. Das Pulvern und Sieben gefährdet den Arbeiter durch Staub, der, wenn Bleioxyd zugesetzt wurde, giftig ist.

Fünftes Capitel.

Darstellung und Verarbeitung von Metallpräparaten.

Blei.

Bleivergiftungen sind sehr häufig und treten oft unter Umständen auf, bei welchen man sie am wenigsten erwartet.

Sowohl das metallische Blei, als die meisten Bleiverbindungen wirken auf den Organismus giftig; seine Gefährlichkeit beruht vorzüglich in dem Umstande, dass seine Wirkung nicht sofort auftritt, sondern sich meist erst bemerkbar macht, wenn es schon längere Zeit im Organismus verweilt hat; deshalb werden häufig die Vorsichtmaßregeln unterlassen, die unter allen Umständen geboten erscheinen.

Es beginnt die Bleivergiftung mit einer höchst eigenthümlichen Verfärbung der Hautdecken („gilvor“), einer Färbung der Mundschleimhaut und dem Bleisaum des Zahnfleisches. Der Speichel wird vermindert, der Geschmack wird süßlich, und ein lästiger Geruch tritt aus dem Munde aus. Endlich entsteht die Bleikolik, die sich durch Schmerzen im Leibe, Stuhlverstopfung, verbunden mit Übelbefinden, Pulsverlangsamung, eingezogenem Unterleib charakterisiert. Gefährdet sind durch Bleivergiftung die Arbeiter, welche Bleierz zu fördern, aufzubereiten, zu verhütten, zu Metall verarbeiten haben, weiter jene, welche Bleiweiß, Mennige, Bleizucker, Bleiglätte, Bleifarben, Bleiglasuren, Schriftgießermetall u. s. w. zu erzeugen haben.

Das bei der hüttenmännischen Bearbeitung gewonnene Blei und die Bleiglätte dienen zur Darstellung von verschiedenen Bleigegenständen und Bleipräparaten.

Als Hüttenproducte sind weder Blei noch Bleiglätte chemisch rein; sie enthalten außer Spuren anderer Metalle meist noch beträchtliche Mengen von Arsen. Dieser Arsengehalt macht die Verarbeitung des Bleies zu Walzenblech, Röhren, Draht, zu Schrot und Buchdrucklettern insofern gesundheitlich bedeutsam, als bei den hierzu nöthigen Schmelzoperationen arsenige Säure dampfförmig auftritt.

Bei der Schrotbereitung wird dem Blei geradezu eine kleine Menge von Arsen zugesetzt, weil das Blei hierdurch die Eigenschaft erhält, sich leichter körnen zu lassen.

Bei der Schrotbereitung, beim Behobeln und Fertigmachen der Buchdrucktypen leiden die Arbeiter durch Bleistaub und ziehen sich bei ungenügender Vorsicht Bleiintoxicationen zu. Auch Personen, die, wie die Schriftsetzer, fortwährend mit Bleigegenständen zu thun haben, sind in derselben Art gefährdet, wenn sie nicht ihre Hände rein halten. An den Jacquard'schen Webstühlen bestehen die Gegengewichte aus Blei; durch Abreiben wird fortwährend Staub erzeugt, der sich leicht oxydiert, so dass die Weber häufig vergiftet werden. Zum Schleifen der Granaten verwendet man rotierende Bleischeiben, die an der Peripherie mit Schmirgel bestrichen sind. Die Granatschleifer ziehen sich häufig die Bleikrankheit zu.

Die technisch wichtigsten Bleiverbindungen sind: Bleioxyd, Mennige, Bleiweiß, chromsaures und essigsaures Blei.

Das Bleioxyd kommt in der Industrie in zwei Formen vor, als Massicot und als Bleiglätte. Das Massicot ist ein gelbes bis röthliches Pulver, welches durch Erhitzen von kohlensaurem oder salpetersaurem Bleioxyd oder durch Calcination von Blei auf einem Flammenherd gewonnen wird. Die Bleiglätte ist geschmolzenes krystallinisches Bleioxyd. Massicot dient als Malerfarbe. Bleiglätte wird in der Glasfabrication zur Darstellung von Krystallglas, Flintglas und Strass, in der Poterie zur Glasur, in der Porzellanmalerei als Fluss, ferner zur Bereitung von Firnissen, Bleipflaster, Kitt, Mennige und Bleizucker verwendet. Mennige ist eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisuperoxyd. Die Mennige dient zur Fabrication des Bleiglases, zu Metallkitt und als Wasser- und Ölfarbe.

Bei der Darstellung von Massicot, der Glätte und der Mennige drohen den Arbeitern und Anrainern mancherlei Gefahren. Diese Fabrication wird meist in roher Weise ohne alle Beachtung der sich verflüchtigenden Bleidämpfe ausgeführt. Der blei- oder arsenhaltige Staub, welcher in der Umgebung sich ablagert und in kurzer Zeit eine Umbildung in Bleisalze erfährt, kann durch Regenwasser gelöst und dann dem Boden und Grundwasser nachtheilig werden.

In ähnlicher Weise schädigt Bleistaub Anwohner und Arbeiter beim Mahlen der Glätte, beim Beuteln der fertigen Mennige und bei der Verpackung der Fabricate. Bei rücksichtsloser Gebarung sind die Dächer der benachbarten Häuser mit Mennige und Bleioxyd völlig bedeckt und ganz roth gefärbt.

Die beim Schlämmen der Glätte sich ergebenden Wässer sind blei- und arsenhaltig. Meist werden sie nach dem Absetzenlassen der verwertbaren Metalloxyde von Neuem verwendet. Jedenfalls muss das einfache Weggießen bleihaltiger Wässer verhütet werden.

Gegen die Bleidämpfe, die bei der Oxydation in Flammofen entstehen, sind Absitzkammern mit Vorrichtungen zur Condensation durch Wasser das Beste. — Die Übelstände beim Mischen und Umkrücken werden für die Arbeiter durch mechanische Vorrichtungen vermindert.

Das Beuteln und Pulvern der Fabricate sollte stets in geschlossenen Apparaten geschehen. Beim Verpacken sollten die Arbeiter mit Respiratoren versehen sein.

Das Bleiweiß des Handels ist entweder im Wesentlichen kohlensaures Bleioxyd mit Bleioxydhydrat oder Chlorblei mit Bleioxyd (Pattison'sches Bleiweiß).

Das Bleiweiß wird in verschiedener Weise fabriksmäßig dargestellt, doch stimmen alle Verfahren darin überein, dass basisch-essigsaures Bleioxyd durch Kohlensäure zersetzt wird.

Das meiste im Handel vorkommende Bleiweiß wird nach dem holländischen Verfahren dargestellt. Man rollt Bleiplatten spiralförmig zusammen (*P*) und bringt jede dieser Rollen in einen glasierten irdenen Topf (Fig. 239 A), welcher einige Zoll über dem Boden einen Vorsprung (*B*) hat. In jeden Topf gießt man Essig, Essigabfälle oder Essig bildende Flüssigkeiten (*C*) und deckt mit einer lose schließenden Bleiplatte zu. Eine größere Zahl solcher Töpfe (Fig. 240) werden zwischen Pferdemist und gebrauchte Lohe gestellt und damit zugedeckt, doch so, dass die Luft allmählich zutreten kann. Das Blei, in Berührung mit den Dämpfen der Essigsäure und Sauerstoff, oxydiert sich; es entsteht anfangs basisch-essigsaures Bleioxyd, und dieses wird durch die Kohlensäure in kohlensaures Bleioxyd verwandelt. Die freigewordene Essigsäure bedingt die Bildung einer neuen Menge von basisch-essigsaurem Bleioxyd, welches seinerseits wieder in kohlensaures Bleioxyd verwandelt wird. Der Pferdemist wirkt hierbei dadurch, dass er fortwährend infolge seiner Fäulnis Kohlensäure liefert. Die Bleirollen sind nach circa 14 Tagen mit einer weißen Rinde überzogen, die das Bleiweiß darstellt. Letzteres wird durch Handscheidung oder durch Brechen mittelst cannelierter Walzen von dem noch unzersetzten Blei getrennt.

Das aus den Töpfen gewonnene Bleiweiß heißt Schieferweiß und wird durch trockenes Mahlen, Schlämmen, wobei die Schlämmwässer so lange als möglich benutzt werden, durch Pressen und Trocknen in sogenanntes Kremserweiß verwandelt.

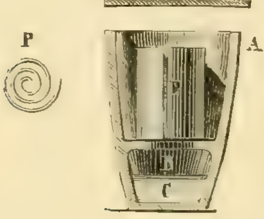


Fig. 239.


Fig. 240.

Die Bleiweißfabrication belästigt und gefährdet:

a) Die Anwohner durch den Gestank der faulenden Mistmassen, durch die sich verflüchtigende Essigsäure, durch die Mist- und Regenwässer, die leicht bleihaltig werden können, und durch das freie Ablassen der bei der Schlämmung und Pressung des Schieferweißes resultierenden metallischen Abwässer;

b) die Arbeiter, durch die genannten Gerüche, und hauptsächlich durch die Verstaubung, welche beim Abklopfen und Abkratzen der mit Bleiweiß incrustierten Bleiplatten und beim Mahlen, Trocknen und Packen des Fabricates entsteht.

Das Brechen der aus den Töpfen genommenen bleiweißumzogenen Platten soll niemals mittelst Handarbeit, sondern nur mittelst cannelierter Walzen in einem geschlossenen Kasten geschehen. Jene Arbeiter, welche die bleiweißhaltigen, mit Bleiessig befeuchteten Platten anzufassen haben, haben durch Fetteinreibungen die Hände zu schützen. Am meisten gefährdet das Pulvern des Bleiweißes die Arbeiter. Das Mahlen sollte in einem hermetisch verschlossenen Kasten vorgenommen werden.

Sehr vortheilhaft ist es, wenn die Packkammer so situiert ist, dass jeder Transport des pulverisierten oder gesiebten Bleiweißes vermieden werden kann. Beim Packen, überhaupt bei allen Operationen, welche Bleistaub entwickeln, sollten sich die Arbeiter der Respiratoren bedienen.

Die in vielen Fabriken übliche Umwandlung des fertigen Bleiweißes in Ölteig erspart den Arbeitern das Trocknen nach dem Schlämmen und allen Handwerkern, die Bleiweiß zu gewerblichen Zwecken brauchen, die Nachtheile der Verstaubung beim Zurichten des Bleiweißes.

Der Boden dieser Fabriksräume sollte stets cementiert sein, häufig angefeuchtet und gereinigt werden und Bäder zur Verfügung stehen. Die Arbeiter haben eine eigene Arbeitskleidung zu tragen und sollen über die Gefährlichkeit und die nöthige Vorsicht bei der Arbeit belehrt werden. Es ist ihnen zu verbieten, in den Arbeitssälen zu essen, zu trinken und zu rauchen. Außerdem ist ärztliche Aufsicht geboten, damit der erste Anfang einer Bleivergiftung sofort zur Behandlung komme.

Auch im Interesse der Anwohner liegt es, dass alle staubenden Arbeiten der Bleiweißerzeugung in geschlossenen Gefäßen und unter Einhaltung jeder Vorsicht vorgenommen werden.

Die beim Schlämmen, Pressen u. s. w. sich ergebenden Abwässer sind vor ihrem freien Ablassen von allen schädlichen Stoffen vollständig, z. B. durch Hineinlegen von Eisen, das Blei und Kupfer metallisch abscheidet, zu befreien.

Verwendet wird das Bleiweiß zum Anstrich, zum Bleichen der Strohhüte, zum Erschweren der echten Spitzen und als Flussmittel beim Krystallglas. Das Bleiweiß wie auch die Mennige sind als giftige Farben zu bezeichnen; besonders wenn die Farben abstauben oder abbröckeln oder auf den Spielzeugen der Kinder aufgetragen sind, können sie leicht Unglücksfälle veranlassen. In Firnissen ist ihre Fixierung noch am unschädlichsten, weniger unbedenklich in Leim.

Bleizucker, essigsaures Blei, wird durch Auflösen von Bleiglätte in Essig dargestellt. Glättestaub und Essigdämpfe gefährden bei dieser Fabrication die Arbeiter, bleihaltige Abwässer den Boden. Das Stoßen der Bleiglätte sollte stets in geschlossenen Apparaten vorgenommen, die Belästigung durch die Essigdämpfe durch eine kräftige Ventilation vermindert werden.

Ähnliches gilt auch bezüglich der Fabriken, die sich mit der Darstellung des Chromgelb und des Chromorange befassen; ersteres ist neutrales, letzteres basisch-chromsaures Blei, durch Fällung von essigsaurem Blei mit chromsaurem Kali. Die Wasch- und Spülwässer enthalten meistentheils mehr oder weniger Kaliumchromat, seltener gelöste Bleisalze. Ihr freies Ablassen ist nur in sehr bedeutende Wasserläufe zu gestatten, denn nicht nur die Bleisalze, auch das Kaliumchromat ist giftig.

Das Chromgelb des Handels enthält mehr oder weniger große Mengen löslicher Bleisalze und recht häufig Bleiweiß. Dadurch kann es giftig werden und sollte deshalb zum Färben von Esswaren nicht verwendet werden. Mit Bleichromat gedruckte Stoffe haben den Nachtheil, dass sie leicht entzündlich sind.

Das Kasselergelb Bleioxyd, Chlorblei und Neapelgelb (antimonsaures Bleioxyd) sind ebenfalls giftig. Bezüglich ihrer fabriksmäßigen Darstellung gelten die gleichen sanitären Grundsätze wie bezüglich der Bleichromatfarben.

Arsen.

Die gewerblichen Arsenvergiftungen entstehen sowohl durch Inhalation von arsenhaltigen Staub und Dämpfen, als auch durch Resorption von kleinen Verletzungen, Erosionen oder Verwundungen der Haut aus. Der Verlauf kann namentlich im ersteren Fall ein acuter sein, es kommt zu ähnlichen Symptomen, wie bei Cholera. Es entsteht ein heftiger Gastroduodenalkatarrh mit Abgang von blutigen Stühlen und Delirien, eklamptischen Anfällen und Lähmungen.

Die chronische Arsenvergiftung tritt erst nach einigen Wochen ein, sie bewirkt meist einen Magen- und Darmkatarrh; es zeigen sich in der Mundhöhle oberflächliche Geschwüre, im Rachen fühlen die Kranken ein Brennen, ihre Zunge ist trocken. Im weiteren Verlaufe treten Erkrankungen der Haut ein in Form von juckenden Ekzemen, in tiefgreifenden Ulcerationen, welche besonders die Geschlechtstheile befallen. Mitunter treten Erkrankungen des Gehirns und des Nervensystems auf, es kommt zum Fieber, zur Abmagerung und unter ödematösen Anschwellungen zum Tod.

Alle in der Industrie verwendeten Arsenpräparate sind Gifte. Die wichtigsten sind: die arsenige Säure (weißer Arsenik), die Arsensäure, das arsensaure Natron, Arsenbisulfid (Realgar), Arsentrisulfid (Operment) und die arsenhaltigen Farben.

Die arsenige Säure findet in der Färberei bei der Indigoküpe, zur Entfärbung des Glases, bei der Anilinfabrication, zum Graubeizen des Messings, zum Härten von Eisen, bei der Schrotfabrication, bei der Hutfabrication, zur Darstellung vieler Arsenpräparate, als Gift zur Vernichtung von Ungeziefer und schädlichen Thieren, als Conservierungsmittel beim Ausstopfen der Thierbälge und zur Fabrication arsenhaltiger Kupferfarben Verwendung.

Die Verpackung wie der Transport der arsenigen Säure, sowie überhaupt aller Arsenikalien, muss wegen des Verstaubens dieser Präparate eine sehr sorgfältige sein. Die diesbezüglichen Vorschriften bestimmen, dass alle Arsenikalien nur dann zum Eisenbahntransport zugelassen werden, wenn sie in doppelten, dichten Fässern oder Kisten verpackt sind. Die Holzbestandtheile von solchen Fässern sollen nie zum Heizen von Backöfen benutzt werden, da denselben noch größere oder kleinere Mengen der Giftsubstanzen anhängen können.

Die Arsensäure wird durch Kochen von arseniger Säure mit Salpetersäure dargestellt oder durch Einleiten von Chlorgas in ein breiartiges Gemenge von arseniger Säure und Wasser. In beiden Fällen müssen die hierbei auftretenden Gase (Chlor, Chlorarsen, Stickoxyd, Untersalpetersäure) (durch eine Reihe dieselben vollständig absorbierender Gefäße (Woulf'sche Flaschen, beschickt mit entsprechenden Absorptionsflüssigkeiten), eventuell durch Coaksthürme geleitet werden. Wasserfreie Arsensäure erzeugt auf der Haut Blasen. Sie ist etwas weniger giftig als arsenige Säure und dient hauptsächlich zur Fuchsinbereitung.

Das arsensaure Natron wird jetzt in den Färbereien als Befestigungsmittel der Beizen verwendet und durch Erhitzen von Natronsalpeter mit arseniger Säure oder als Nebenproduct bei der Darstellung von Anilin aus Nitrobenzol erhalten (s. dort).

Unter den arsenhaltigen Kupferfarben ist das Schweinfurter-grün, auch Wienergrün, Mitisgrün etc. genannt, die schönste, aber auch die gefährlichste aller Mineralfarben. Dieses Grün ist meist eine Verbindung von neutralem essigsauren Kupferoxyd (Grünspan) mit arsenigsaurem Kupferoxyd.

Häufig wird demselben zum Zwecke der Nüancierung Chromgelb, Blanc fix etc. zugemischt.

Beim Pulvern der zu dieser Fabrication verwendeten arsenigen Säure entwickelt sich ein für den Arbeiter gefährlicher Staub; die Mörser, in denen das Zerkleinern vorgenommen wird, müssen deshalb unter Verschluss stehen. Beim Kochen und Vermischen der arseniksauren Kupfer- und Grünspanlösungen findet leicht ein Verspritzen statt, so dass bei den Arbeitern häufig Geschwüre an den Händen und Reizungserscheinungen auf der Haut des Gesichtes und der Schleimhaut der Nase sich einstellen. Die Arbeiter sollten deshalb Kautschukhandschuhe tragen und sich einer Maske und Schutzbrille bedienen. Die Gefäße, welche zum Kochen dienen, müssen bedeckt sein, und der sich hierbei entwickelnde Dampf muss durch einen Ableitungscanal in den Schornstein geführt werden. Die Abwässer, welche beim Decantieren entstehen,

sollten möglichst oft wieder benutzt werden. Auf keinen Fall dürfen sie, wenn sie noch arsenhaltig sind, ohneweiters abgelassen werden.

Obwohl gegenwärtig im Handel genug ungefährliche grüne Mineraltarben (Chromgrün, Genteles Grün) vorkommen, welche die gleichen Dienste wie Schweinfurtergrün leisten, so ist dennoch die Fabrication und Verwendung gerade des Schweinfurtergrüns gegenüber den anderen gleichfarbigen Pigmenten die überwiegend vorherrschende.

Durch das fertige Schweinfurtergrün, wie überhaupt durch alle Giftfarben, werden zunächst jene Arbeiter gefährdet, welche solche Farben zu verwenden oder zu verarbeiten haben. Die Beschädigung findet entweder durch Einstauben der Haut mit dem Farbenstaub oder durch Aufnahme desselben durch Mund, Nase und Lungen statt. Je mehr die Arbeit das Bestauben begünstigt, je leichter die Haut hierbei verletzt und das Gift dadurch resorbiert werden kann, desto gefährlicher ist sie.

Von besonderem Nachtheil erweist sich das Schweinfurtergrün bei der Fabrication künstlicher Blumen, da die hierbei vorzunehmenden Arbeiten (Bestreuen der Blätter mit Farbe, Ausschlagen der mit Giftfarbe bedruckten Blätter u. s. w.) vielfach mit Entwickelung giftigen Staubes verbunden sind und die Farben sich abreiben. Die rasche Resorption der giftgefärbten Stoffe wird durch die bei den Manipulationen mit Draht häufigen Hautverletzungen begünstigt.

Die mit giftigen Farben präparierten Waren können in verschiedener Art den Käufer gefährden. Kinderspielzeuge schaffen nicht selten durch ihre Farben schwere Gesundheitsschädigungen. Tapeten, Kleider, Vorhänge, Rouleaux, Bettgardinen u. s. w. stauben ihre etwaigen giftigen Farben fortwährend ab; besonders gefährdet sind aber solche Personen, welche derartige Gegenstände klopfen, reinigen, putzen oder mit giftigen Stoffen gefärbte Zeuge nähen. Auch können plötzlich größere Fragmente der Farbenmasse, z. B. von dem Plafond u. dgl., sich abbröckeln, in Speisen gelangen.

Weiters ist bekannt, dass in Zimmern mit feuchten Wänden, deren Tapeten Schweinfurtergrün enthalten, sich ein widriger und Kopfschmerzen verursachender Geruch zeigt, der offenbar von einer sich entwickelnden flüchtigen Arsenverbindung herrührt.

Es ist eine Pflicht des Staates, die Erzeugung und den Verkauf von mit Giftfarben fabricierten Spiel- und Esswaren und überhaupt solcher Gegenstände, auf denen sie schaden können, gesetzlich zu verbieten und das Einhalten dieser Vorschriften ausreichend zu controlieren.

Noch sind die beiden Schwefelverbindungen des Arsens, welche bei der Färberei Verwendung finden, zu erwähnen, und zwar Arsenbisulfid (Realgar) und Arsentrisulfid (Operment).

Sowohl das Realgar als das Operment des Handels enthalten stets beträchtliche Mengen arseniger Säure, sind also giftig. Meist kommen sie als glasige Masse vor und müssen vor ihrer weiteren Verwendung gepulvert werden, wodurch giftiger Staub entsteht.

Antimon.

Das Antimon dient zur Herstellung von Legierungen. Die wichtigsten sind: Britanniametall (Zinn und Antimon), Schriftgießermetall (Blei und Antimon) und Legierungen aus Blei, Kupfer, Zinn und Antimon zu Zapfenlagern bei Locomotiven.

Außerdem finden einige Antimonverbindungen technische Anwendung zum Überziehen von Messingwaren und zum Brunieren der Flintenläufe.

Zum Brunieren (Bräunen) der Gewehrläufe benutzt man Antimonchlorid, welches durch Behandlung von Grauspießglanzerz (Antimontrisulfid) mit Salzsäure dargestellt wird. Es entwickeln sich hierbei viele saure Dämpfe, welche Mund- und Nasenschleimhaut und auch die Hornhaut der Arbeiter ätzen und bei der geringsten Verletzung der Haut die heftigsten Schmerzen erzeugen. Beim Bearbeiten der Gewehrläufe mit dieser Substanz entwickelt sich auch Antimonwasserstoff (häufig auch Arsenwasserstoff). Darum soll die ganze Arbeit unter gut ziehenden Rauchfängen bei genügendem Schutz durch geeignete Respiratoren vorgenommen werden.

Erwähnt sei noch das weinsaure Antimonoxydkali, welches durch Verpuffen von arsenfreiem Schwefelantimon mit Salpeter und Auslaugen der sich hierbei bildenden Masse dargestellt wird. Sowohl bei der Verpuffung als beim Pulverisieren des Schwefelantimons, Salpeters und des Verpuffungsrückstandes entstehen durch den sich hierbei bildenden Staub leicht furunculöse Hautleiden. Auch tritt oft Erbrechen ein.

Die Verpuffung wie auch das Pulvern soll deshalb unter einem gutziehenden Schlot vorgenommen, antimonhaltige Abwässer müssen vor ihrem freien Ablassen rein gemacht werden.

Giftwirkungen des Antimons gleichen fast denen des Arsens.

Nickel und Kobalt.

Es existiert kein Kobalt- oder Nickelerz, welches nicht Arsen in chemischer Verbindung oder als Beimengung enthält. Nicht nur bei der Darstellung des metallischen Nickels und Kobalts, auch bei Erzeugung der industriell verwendeten Kobalt- und Nickelpräparate tritt stets Arsen auf.

Nickel findet Anwendung zur Bereitung von Legierungen, zur Darstellung des Neusilbers (eine Legierung aus Nickel, Kupfer und Zink), mit Kupfer legiert, als Münzmetall mit Silber oder mit Kupfer und Silber legiert, zu verschiedenen Luxusartikeln. Legierungen des Nickels sind gegen Säuren und atmosphärische Einflüsse in hohem Grade widerstandsfähig.

Sehr viele Gegenstände werden gegenwärtig auf galvanischem Wege vernickelt. Als Vernickelungsbad dient eine Lösung von Nikelammoniumsulfat.

Unter den Kobaltpräparaten sind sanitär die Kobaltfarben wichtig: Smalte, Kobaltultramarin, Coeruleum, Rinnemann'sches Grün.

Schmilzt man pulverisierten Zaffer (geröstetes Kobalterz) mit Kieselerde zusammen, so erhält man ein intensiv blaues Glas, das fein gemahlen die Smalte darstellt.

Das Pulverisieren des Zaffers und sein Vermischen mit den übrigen Materialien veranlasst einen die Augen und die Respirationsorgane reizenden Staub; beim Schmelzen entwickeln sich arsenigsaure und schwefeligsaure Dämpfe, die bei rücksichtsloser Gebarung die Luft der ganzen Umgebung verderben und die Vegetation weithin vernichten können; wenn das Vermahlen des Smalteproducts unter Wasser geschieht, so sind die Abwässer stark arsenhaltig.

Die Smaltewerke sollten deshalb nur in sterilen, von menschlichen Wohnungen entfernten Gegenden zugelassen werden. Das Pulvern des Zaffers sollte stets in geschlossenen Apparaten geschehen, ebenso auch das Sieben. Die Smalte des Handels ist infolge des Arsengehalts des Zaffers immer arsenhaltig.

Das Kobaltultramarin ist eine aus Thonerde und Kobaltoxydul bestehende Farbe, die man durch Fällung eines Gemisches von Lösungen, die Alaun und Kobaltoxydulsalze enthalten, mit kohlensaurem Natron erzeugt. Das Coeruleum, eine neue Farbe für die Öl- und Aquarellmalerei, ist zinnsaures Kobaltoxydul. Sie erscheint im Gegensatze zu den meisten übrigen blauen Farben auch beim Lampenlicht blau; das Rinnemann'sche

Grün entspricht in seiner Zusammensetzung dem Kobaltultramarin, nur ist die Thonerde durch Zinkoxyd ersetzt. Die drei letzteren Farben lassen sich gifitfrei herstellen, wenn man zu ihrer Darstellung arsenfreies Kobalt verwendet.

Quecksilber.

Alle jene Industrien, die sich mit der Verarbeitung und Verwendung des metallischen Quecksilbers befassen, haben eine hohe sanitäre Bedeutung, weil die Einwirkung der Quecksilberdämpfe sowohl für den thierischen Organismus, wie auch für die Pflanzenvegetation äußerst nachtheilig ist. Die Resorption erfolgt in Form seiner löslichen Verbindungen mit eiweißartigen und anderen stickstoffhaltigen Substanzen. Das Quecksilber veranlasst schwere Störungen des Nervensystems und des Digestionstractes, und es besteht kein Zweifel darüber, dass die Dämpfe und Staub in das Lungengewebe eindringen, und dass das resorbierte Metall lange Zeit im Körper zurückgehalten werde und daher zu wiederholten Recidiven der Mercurialintoxitations-Erscheinungen führen kann.

Die Krankheitserscheinungen beginnen mit einem eigenthümlich metallischen Geschmack und Speichelfluss, worauf das Zahnfleisch anschwillt, leicht blutet, empfindlich wird, einen höchst übelriechenden Geruch aus dem Munde entwickelt. Unter zunehmender Anschwellung der Wangen-, Lippen- und Zungenschleimhaut überzieht sich dieselbe mit einem anfangs locker, später fest anliegenden croupösen Beleg, und es kommt an den Stellen, wo die Zähne sich drücken, zu Ulcerationen mit grauem Grunde und leicht blutenden Rändern, welche zu ausgedehnten Zerstörungen führen können. Auch die Haut wird häufig der Sitz mercurieller Affectionen; Roseola, Exantheme, Ekzeme treten auf.

Das Allgemeinbefinden leidet, der Schlaf wird unruhig, Magen- und Darmkatarrh, sowie Fieber, mehr oder minder hochgradig, gesellen sich dazu. Die schwersten Fälle zeigen das Bild des sogenannten Tremor mercurialis und führen zu psychischen Störungen (Erethismus mercurialis).

Quecksilberdämpfe sind der Pflanzenvegetation sehr verderblich. In kurzer Zeit bekommen die Blätter der Pflanzen schwarze Flecke, beginnen zu welken, und die Pflanze stirbt ab.

Das Quecksilber findet in der Technik Anwendung zur Anfertigung physikalischer Instrumente, zur Darstellung der Secretage für Hutmacher, zur Fabrication des Sublimats, Kalomels, Zinnobers, Knallquecksilbers u. s. w., endlich zur Darstellung der verschiedenen Amalgame, die zur Spiegelbelegung und zur Feuervergoldung dienen.

Die Spiegelbelegung findet in folgender Weise statt:

Auf einen marmornen Tisch, der aus seiner senkrechten in die schiefe Lage gebracht werden kann und an allen Seiten mit Rinnen und an einer Ecke mit einem Ausgussloche für das abfließende Quecksilber versehen ist, wird eine Zinnfolie gelegt. Auf diese wird etwas Quecksilber ausgegossen und verrieben (antränken). Die Zinnfolie wird platt auf die marmorne Platte ausgebreitet, deren äußere Ränder mit Glasstreifen, die mit Wachs aufgeklebt sind, umlegt werden. Hierauf wird so viel Quecksilber auf die Folie gegossen, dass sein Niveau die Glasstreifen gerade überragt, sodann mit besonderer Sorgfalt die gereinigte Glastafel durch die Quecksilberschicht und über das Stanniol geschoben, so dass sich weder Luft noch Unreinlichkeit dazwischen lagern kann. Das Glas wird dann mit Gewichten eine Zeitlang beschwert, dann wird der Tisch ein wenig geneigt, um das überflüssige Quecksilber ablaufen zu lassen. Ist der Beleg hinreichend fest geworden, so wird das Spiegelglas nach und nach in die verticale Stellung gebracht.

Das bei diesen Manipulationen abgeflossene oder verspritzte und wieder gesammelte Quecksilber, ferner alle Quecksilber enthaltenden Abfälle werden zum Zwecke der Wiedergewinnung von reinem, wieder brauchbarem Quecksilber verschiedenen Processen unterworfen. In vielen Fabriken wird unreines, schmutzig gewordenes Quecksilber einfach nur durch Tücher coliert und gepresst, wodurch die Arbeiter (namentlich beim Ausklopfen der Seihtücher) schwer geschädigt werden können. Besser ist hierzu der Gebrauch gläserner Scheidetrichter.

Die meisten dieser quecksilberhaltigen Substanzen müssen zur Gewinnung des Quecksilbers destilliert werden. Selbstverständlich muss die Destillation in dicht schließenden Destillationsapparaten vorgenommen werden und dafür vorgesorgt sein, dass alle Dämpfe vollständig condensiert werden. Wie aus der Schilderung der Spiegelfabrication hervorgeht, kommt hierbei hauptsächlich der Quecksilberdampf, Quecksilberstaub in Betracht (Renk). Durch Verschütten und Verspritzen sammelt sich dasselbe in allen Ritzen, Winkeln und Fugen der Localität, in den Kleidern und Haaren der Arbeiter reichlich an.

Um der Verdampfung des Quecksilbers entgegenzuwirken, soll das Quecksilber stets in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt, auch wohl die Arbeitsräume, um die Verdampfung zu mindern, kühl gehalten werden; um die Staubbildung einzuschränken, sollen im Spiegelbelegungsraum nur Spiegelbeleger thätig sein. Das Kehren sollte mit Schwefel- oder Zinnasche vorgenommen werden, da hierdurch das Quecksilber gebunden wird.

Sehr wichtig ist es, dass der Boden dieser Räume möglichst fugenfrei ist. Man empfiehlt auch das Bestreuen des Bodens mit Schwefel, Chlorkalk und Ammoniaklösungen. Da erwiesenermaßen die größte Gefährdung durch die mit Quecksilberstaub imprägnierten Kleider verursacht wird (häufig findet man selbst in Strümpfen und Schuhwerk größere Quecksilbertropfen), so ist eine zweckmäßige Arbeitskleidung ihre häufige Reinigung (am besten in schwefelleberhaltigem Wasser) und die regelmäßige Benutzung der Bäder seitens der Arbeiter nöthig. Das Tragen von langen Haaren und Vollbärten ist den Arbeitern zu widerrathen, das Essen, Trinken und Rauchen in den Arbeitslocalitäten entschieden zu verweigern. Frauen, Kinder und schwächliche Individuen sind von jeder Beschäftigung mit Quecksilber auszuschließen.

Von den Verbindungen des Quecksilbers, welche technische Verwendung finden, sind die wichtigsten: das Quecksilberchlorid (Sublimat), das Quecksilberchlorür (Kalomel), das Quecksilberoxydulnitrat und der künstliche Zinnober.

Das Quecksilberchlorid wird meist durch Sublimation von schwefelsaurem Quecksilberoxyd mit Kochsalz dargestellt. Die Sublimation wird in birnförmigen Gefäßen, die in einem Sandbade stehen und mit losen Kreidestöpseln versehen sind, ausgeführt und soll unter einem Abzug, der gut ventiliert ist, vorgenommen werden, weil die Sublimatdämpfe auf die Lunge und verletzte Haut sehr schädlich wirken.

Dasselbe gilt auch von der Fabrication des Quecksilberchlorürs, das durch Sublimation von Quecksilber und Sublimat dargestellt wird. Das der Sublimation vorangehende Verreiben des Sublimats mit Quecksilber darf nur in geschlossenen Gefäßen ausgeführt werden. Das Pulverisieren des sublimierten Kalomels geschieht unter Zusatz von Alkohol.

Das Quecksilberoxydulnitrat wird durch Auflösen von überschüssigem Quecksilber in Salpetersäure dargestellt. Hierbei entwickeln sich massenhaft Dämpfe von zersetzter Salpetersäure, für ihre Ableitung muss gesorgt sein. Die Lösung findet Verwendung zum Färben des Horns, zum Ätzen der Metalle, bei der Hutfabrication zum Beizen der Hasenhaare.

Künstlicher Zinnober (Schwefelquecksilber) wird unter Erwärmung aus einem Gemenge von Schwefel und Quecksilber dargestellt, wobei reichliche Entwickelung von schwefeliger Säure eintritt, sodann wird in irdenen, lose verstopften Gefäßen im Sandbade sublimiert. Die sublimierte Masse erscheint cochenilleroth, glänzend, sie gibt beim Zerreiben ein scharlachrothes Pulver, den präparierten Zinnober. Bei der Sublimation tritt anfangs Schwefelwasserstoff, später entzündbare Schwefeldämpfe und sehr häufig auch Quecksilberdampf, sowie arsenige Säure (aus dem Schwefel) auf. Auch hier müssen zur Ableitung dieser Dämpfe und Gase Vorkehrungen getroffen sein.

Künstlicher Zinnober wird auch auf nassem Wege dargestellt, und zwar indem Schwefel mit Quecksilber unter Zusatz von Kalilauge verrieben und das Gemenge im Wasserbade bei 45° erhitzt wird. Dabei entwickelt sich reichlich Schwefelwasserstoff, der die Arbeiter sehr belästigen kann. Auch ergeben sich bei dem Waschen des Zinnobers mit verdünnter Salpetersäure Salpetersäure und salpetersaures Quecksilberoxydul enthaltende Abwässer, aus denen das Quecksilber durch Abrieselnlassen dieser Flüssigkeiten über Zinkspäne leicht abgeschieden werden kann.

Da Zinnober beim Erhitzen metallische Quecksilberdämpfe und schwefelige Säure entwickelt, so ist auch seine Verwendung zum Färben von Siegellack, Wachslichtern u. s. w. nicht ganz unbedenklich; zu Esswaren darf er auch nicht benutzt werden.

Kupfer.

Kupfer als Metall wirkt nicht giftig, wohl aber die Kupfersalze. Auch kann Kupferstaub, in die Lunge gerathend, mechanische Wirkungen erzeugen.

Von den in der Industrie zu Verwendung kommenden Kupferpräparaten sind der Grünspan und einige Kupferfarben von hervorragendem sanitären Interesse.

Mit dem Namen „Grünspan" bezeichnet man im allgemeinen alle löslichen Kupfersalze mit organischen Säuren. Der Staub des Grünspans wirkt auf alle Schleimhäute reizend. Der Grünspan wird in der Färberei zum Schwarzfärben und zur Fabrication grüner Arsenfarben verwendet.

Die wichtigsten kupferhaltigen Farben sind:

Das Braunschweigergrün, eine Nachahmung des Berggrüns, welches letztere fein gemahlener Malachit oder der Bodensatz kupferhaltiger Cementwässer ist. Das giftige Bremergrün wird am häufigsten durch Fällung von Kupfervitriollösung mit löslichen kohlensauren Salzen und Zumischen anderer Farben, um die gewünschte Nuancierung zu erhalten, dargestellt.

Das Bremerblau und Bremergrün ist wesentlich Kupferoxydhydrat. Als Wasser- und Leimfarbe gibt es ein helles Blau, mit Öl angewendet geht dagegen die ursprüngliche blaue Farbe schon nach 24 Stunden in Grün über, welches dadurch entsteht, dass sich das Kupferoxyd mit dem Öl zu grüner Kupferseife verbindet. Auch diese Farbe ist giftig.

Gentele's Grün (zinnsaures Kupferoxyd), durch Fällen von Kupfervitriol mit zinnsaurem Natron dargestellt, gibt eine schöne grüne und giftfreie Kupferfarbe, ersetzt vollkommen des Schweinfurtergrün und ist in sanitärer Beziehung mit keiner Gefahr bei der Anwendung verbunden.

Casselmann's Grün ist basisches Kupferoxydsalz, eine sehr schöne grüne Farbe, deren Verwendung jener der arsenhaltigen Kupferfarben vom sanitären Standpunkte jedenfalls vorzuziehen ist.

Die verschiedenen bei der Kupferfabrication sich ergebenden Abwässer erheischen gleichfalls die nöthige sanitätspolizeiliche Beachtung.

Zink.

Das Zink ist als Metallgift anzusehen; die Dämpfe, welche beim Schmelzen des Zinkes zur Umwandlung in Zinkoxyd entstehen, erzeugen Kopfweh, Schlaflosigkeit, nächtliche Unruhe, Abgeschlagenheit der Glieder, nervöse Störungen. Die mit dem Gießen von Messing beschäftigten Arbeiter sind gefährdet, indem nebst den Zinkdämpfen sich gleichzeitig Kupfer- und Arsendämpfe bilden können, da das Zink sehr häufig Arsenik enthält.

Charakteristisch ist das sogenannte Gießfieber. Wenige Stunden nach dem Gießen macht sich ein eigenthümlich unbehagliches Gefühl im ganzen Körper bemerkbar, Schmerzen treten auf. Während die Schmerzen bald an dieser, bald an jener Stelle auftreten, ist weder am Pulse noch an der Respiration irgend etwas Auffälliges zu bemerken. In kurzer Zeit, gewöhnlich bald, nachdem man das Bett aufgesucht hat, stellt sich Frösteln iein, welches sich zu einem länger dauernden Schüttelfrost steigert, und der Puls erreicht nnerhalb einer halben bis einer Stunde 100 bis 120 Schläge in der Minute. Quälender Husten stellt sich ein. Sobald reichlicher Schweiß sich zeigt, beginnt das Stadium des Nachlasses, der Kranke fällt in einen mehrere Stunden dauernden Schlummer, aus welchem er genesen oder wenigstens reconvalescent erwacht (Hirt).

Beim Zinkguss kommen nicht so sehr die Zinkdämpfe als vielmehr (wegen des Arsengehalts des käuflichen Zinkes) Arsendämpfe in Betracht. Es ist nothwendig, dass das Schmelzen des Zinkes unter einem gut ziehenden Schornstein stattfinde.

Die industriell und hygienisch wichtigsten Zinkpräparate sind Zinkweiß, Chlorzink.

Das Zinkweiß (Zinkoxyd) wird dargestellt, indem man Zink in Retorten aus Glashäfenmasse bringt und sie, bis Zinkdämpfe entweichen, erhitzt und nach ihrem Austritte aus der Retorte einen bis auf 300° erhitzten Luftstrom treffen lässt, wodurch das Zink verbrannt und in Zinkoxyd umgewandelt wird. Letzteres wird durch den Luftstrom fortgerissen und in Kammern geführt, in welchen es sich allmählich absetzt. Das gesammelte Product wird gemahlen, geschlämmt, getrocknet und verpackt.

Soll bei diesen Operationen kein Zinkdampf frei in die Atmosphäre abgehen, so muss die letzte Absitzkammer mit Leinwandbeuteln zum Auffangen des Zinkweißes oder ähnlichen Vorrichtungen versehen sein. Das Pulvern und Sieben soll in geschlossenen Apparaten geschehen. Die Verpacker sollen Respiratoren benutzen.

Das Zinkweiß dient meistens als Ersatzmittel des Bleiweißes. Vor letzterem hat es den Vortheil, dass es durch Schwefelwasserstoff nicht geschwärzt wird. Das Zinkweiß ist ebenfalls als eine giftige Farbe anzusehen.

Sowohl das Zinkweiß als das Bleiweiß lässt sich durch das ganz ungiftige Barytweiß (schwefelsauren Baryt), auch Blanc fix genannt, vollkommen ersetzen. Diese Farbe wird durch Schwefelwasserstoff nicht schwarz, weshalb man sie auch Permanentweiß nennt.

Das Chlorzink wird zum Löthen verwendet, wobei salzsaure und Chlorzinkdämpfe und wenn das Zink arsenhaltig war, auch Arsenwasserstoff vertreten sein kann; Reizungen der Schleimhäute der Nase und der Augen sind hierbei die häufigsten Folgezustände.

Eisen.

Die Metallurgie des Eisens wurde bereits oben besprochen. Von den vielen in der Industrie zur Verwendung kommenden Eisenpräparaten sind die cyanhaltigen Eisenverbindnngen in hygienischer Beziehung die wichtigsten.

Das gelbe Blutlaugensalz, Ferrocyankalium, stellt man dar, indem man Thierkohle mit Pottasche und Eisen in eisernen Gefäßen glüht. Das Zusammenschmelzen der Rohmaterialien geschieht entweder in geschlossenen eisernen Gefäßen (Muffeln), Birnen) oder im offenen Flammenfeuer.

Bei letzterem zieht die Flamme über eine Feuerbrücke bis zum Schmelzraum, der vor einem etwas tiefer liegenden Fuchs liegt (Fig. 241). Es gelangen demnach die aus den verschiedenartigsten Gasen und Dämpfen, namentlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Cyan, Cyansäure, Cyanammonium bestehenden Verbrennungs- und Schmelzproducte in den Schornstein und damit ins Freie, so dass die Anwohner ihrer Einwirkung ausgesetzt sind.

Da bisher keine Mittel existieren, um alle diese Verbrennungsproducte unschädlich zu machen, so bleibt nichts Anderes übrig, als Blutlaugensalzfabriken nur auf einem von Wohnungen isolierten Terrain zu dulden.

Die geglühte Masse, Schmelze genannt, gibt durch Auslagen die Roh- oder Blutlauge. Aus ihr krystallisiert beim Erkalten Blutlaugensalz heraus. Der im Wasser unlösliche Theil der Schmelze enthält Schwefeleisen, Eisenkörner, thierische Kohle und Kalksalze. Man bezeichnet diese Masse mit dem Namen „Schwärze". Die wässerige Lösung enthält außer dem Blutlaugensalz, Cyankalium, cyansaures Kali, Schwefelcyankalium, kohlensaures Kali, Kalihydrat, Schwefelkalium, Chlorkalium, kieselsaures Kali und geringe Mengen von Chlornatrium und Schwefelnatrium.

Aus der Schwärze entwickelt sich beim Lagern in Haufen an der Luft Cyanwasserstoff und Ammoniak. Es ist deshalb zweckmäßig, die Schwärze mit Erde und Dungstoffen zu versetzen und sie als Dünger, der von den Landleuten sehr geschätzt wird, zu verwenden. Alle bei der Fabrication sich ergebenden Abfallwässer müssen, sofern sie, wie oben gezeigt wurde, Cyankalium oder giftige Cyanverbindungen enthalten, so beseitigt werden, dass hierdurch keine Gefahr für die Öffentlichkeit entsteht.

Das meiste Blutlaugensalz wird in der Färberei, außerdem auch noch zur Fabrication des weißen Schießpulvers, bei der Stahlbereitung und zur Darstellung verschiedener Cyanpräparate verwendet.

Das rothe Blutlaugensalz (Ferridcyankalium) stellt man dar, indem man durch eine Lösung des gelben Blutlaugensalzes Chlor bis zur Sättigung leitet. Bei Sättigung der Flüssigkeit mit Chlor entsteht stets Chlorcyan, das höchst giftig ist, weshalb die Darstellung des rothen Blutlaugensalzes nur in geschlossenen Bottichen vorgenommen

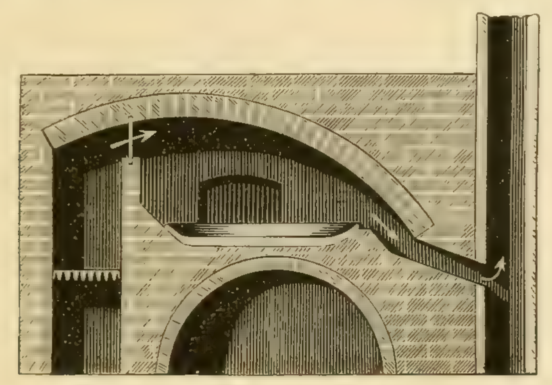


Fig. 241.

werden soll, aus denen Abzugsröhren das sich bildende Chlorcyan in wirksame Absorptionsmittel (z. B. Eisenvitriollösung) führen. Die Arbeiter haben sich durch mit Alkohol benetzte Respiratoren vor diesen giftigen Dämpfen zu schützen. Das Ferridcyankalium wird zumeist in der Färberei verwendet.

Beide Blutlaugensalzsorten werden zur Darstellung blauer Farben verwendet, welche unter dem Namen Berliner-, Pariser-, Mineralblau bekannt sind.

Berlinerblau ist nicht giftig, ebenso ist das rothe und gelbe Blutlaugensalz an und für sich nicht giftig. Doch werden alle diese Präparate durch Säuren zersetzt und liefern dabei Blausäure.

Auch bei der Verwendung des gelben und rothen Blutlaugensalzes in der Färberei entwickeln sich unter manchen Umständen Blausäuredämpfe (s. dort).

Wichtig ist noch die Verwendung des Blutlaugensalzes zur Erzeugung von Cyankalium. Cyankalium wird im Großen durch Schmelzen eines Gemenges von Blutlaugensalz mit Pottasche und Auslaugen der geschmolzenen, erkalteten und gepulverten Masse dargestellt. Wird Cyankalium mit Wasser behandelt, so bildet sich stets Blausäure, auch seine wässerige Lösung zersetzt sich schon durch bloßes Stehen an der Luft.

Bei allen Manipulationen mit cyankaliumhaltigen Stoffen ist deshalb eine gewisse Vorsicht nöthig. Insbesondere sollen alle Gefäße, die solche Substanzen enthalten, stets unter dichtem Verschluss stehen, die Arbeitsräume sollen gut ventiliert, das Essen, Trinken und Rauchen in denselben verboten sein. Namentlich haben die Arbeiter ihre Hände stets rein zu halten und sich vor Hautverletzungen zu hüten. Wenn Aufmerksamkeit und Reinlichkeit in solchen Fabriken herrscht, so bleiben die Arbeiter stets gesund.

Außer zur Galvanokaustik wird das Cyankalium angewendet zur Bereitung der Lösungen für die Negativplatten in der Photographie, zum Lustrieren der schwarzen Seide, zum Löthen. Photographen, welche mit den Lösungen von Cyankalium viel zu thun haben, leiden an hartnäckigen und schmerzhaften Geschwüren an den Händen und namentlich an den Ecken der Nägel.

Aluminium.

Von den Aluminiumverbindungen kommen für die Gewerbehygiene hauptsächlich das Ultramarin und der Alaun in Betracht.

Der kostbare, in Asien vorkommende Lazurstein dient als Schmuckstein. Die weniger schönen Stücke dieses Minerals wurden ehedem als sogenanntes natürliches Ultramarin in der Malerei verwendet.

Man stellt ihn jetzt künstlich durch Erhitzen von Thon mit Schwefel und kohlensaurem Natron dar.

Beim Brennen entwickelt sich reichlich schwefelige Säure. Die Verbrennungs- und Röstungsapparate müssen deshalb mit kräftig ziehenden Essen in Verbindung stehen, die Verbrennungsgase bisweilen durch geeignete Absorptionsmittel, die in den Ableitungscanälen angebracht sind, gereinigt werden.

Da das Utframarin nach seinem Brennen nochmals gepulvert, geschlämmt und getrocknet wird, so ergeben sich Abwässer, die wegen ihres Gehalts an schwefelsaurem Natron und Schwefelnatrium Verderbnis von Brunnenwässern erzeugen. Es ist empfohlen worden, diese Abwässer zur Darstellung des Blanc fix zu benutzen. In hinlänglich große Flüsse können sie ohne Bedenken abgelassen werden.

Der Alaun wird in den Fabriken in verschiedener Weise dargestellt; entweder durch Behandlung von Thon mit concentrierter Schwefelsäure oder aus Kryolith, Bauxit, Alumit.

Der meiste Alaun wird aber durch Rösten gewisser Thonarten, welche mit Kohle und mit kleinen Krystallen von Schwefeleisen innig vermengt sind (Alaunschiefer), bereitet. Der Alaunschiefer ist häufig so leicht zersetzbar, dass man ihn nur an die Luft zu bringen und von Zeit zu Zeit zu befeuchten braucht, um eine freiwillige Oxydation herbeizuführen. Das Schwefeleisen absorbiert Sauerstoff aus der Luft, verwandelt sich in schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, welche letztere in dem Masse, als sie sich bildet, mit der Alaunerde in dem Schiefer zu schwefelsaurer Alaunerde sich vereinigt. Die Masse wird mit Wasser ausgelaugt, die Lösung durch Erhitzen concentriert, wobei ein großer Theil des Eisenvitriols durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft als basisch saures Eisenoxyd niederfällt. Beim Erkalten der concentrierten Lösung krystallisiert gewöhnlich Eisenvitriol aus.

Die Alaundarstellung aus dem Alaunschiefer führt am häufigsten zu bedeutenden Belästigungen.

Bei der Röstung entstehen eine Menge gas- und dampfförmiger Emanationen, die hauptsächlich aus schwefeliger Säure und aus den Verbrennungsproducten der organischen Substanzen des Thonschiefers bestehen, sich in der Umgebung weithin verbreiten und so für die benachbarten Ortschaften eine Quelle höchst unangenehmer Einwirkungen werden. Es wird dieser Betrieb nur dort gestattet werden können, wo durch die Besonderheit der örtlichen Verhältnisse eine Beschädigung der Anwohner und der Vegetation nicht stattfinden kann.

Sechstes Capitel.

Die Thon- und Glasindustrie, die Kalkbrennerei und Cementfabrication.

Ziegelbrennerei.

Die verschiedenen Thonarten bestehen wesentlich aus wasserhaltiger, kieselsaurer Thonerde und einer gewissen Menge von kieselsaurem Kali.

Der nicht plastische Thon heißt Caolin oder Porzellanerde.

Zur Ziegelfabrication wird gewöhnlicher kalkhaltiger Thon (Lehm) verwendet: nach dem Ausgraben wird er längere Zeit der Luft und wenn möglich dem Froste ausgesetzt und gelockert, dann durchtreten: sodann mittelst Menschen- oder Maschinenarbeit in Formen gestrichen. Das Brennen geschieht entweder in Feldöfen (Meilern), wobei immer eine Schichte der zu brennenden Steine abwechselnd mit einer Schichte Kohle oder Holz eingelagert wird, oder in Ziegelöfen von sehr verschiedener Construction.

Die sanitären Verhältnisse bei Ziegeleien sind besonders dann recht ungünstige, wenn es an Maschinenbetrieb fehlt.

Die Arbeit des Thontretens ist sehr nachtheilig. Erkältungskrankheiten aller Art und Erschöpfung der Kräfte sind davon die Folge. Die Ziegelöfen können weiters auch für die Nachbarschaft recht unangenehm werden, da ihre Verbrennungsgase mitunter einen widerlichen Geruch annehmen. Als Verbrennungsproducte der Ziegelmeiler und Ziegelöfen sind gefunden worden: Schwefelige Säure, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas, verschiedene andere Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, Salzsäuredämpfe. Die Stoffe bilden sich theils aus dem im Thon feinvertheilten Schwefelkies und anderen Thonbestandtheilen, theils aus dem Brennmaterial.

Die Gesundheitspflege hat bezüglich der Ziegeleien dahin zu wirken, dass die anstrengende und gefährliche Handarbeit möglichst durch Maschinenarbeit ersetzt werde, und dass alle größeren Ziegeleien stets mit den bewährtesten Einrichtungen arbeiten und nur in entsprechender Entfernung von Wohnungen eingerichtet werden.

Topfwaren und Steinzeugfabrication.

Die gewöhnlichen Töpferwaren werden in ähnlicher Weise hergestellt wie die Ziegel, nur werden sie dann glasiert, wenn sie als Geschirre, Gefäße u. s. w. dienen sollen.

In manchen Fällen ist es nothwendig, die geformten Thonwaaren an der Luft zu trocknen. Dieses Trocknen sollte nie in Wohnhäusern geschehen, da hierbei ein höchst unangenehmer Lehmgeruch und im Sommer viel Staub sich entwickelt.

Weiter ist die Glasur des Thongeschirres von hygienischem Interesse. Das nahezu ausschließliche Material zum Glasieren der Töpferwaren ist der Bleiglanz. Er muss sehr fein gemahlen und entweder in gepulvertem Zustande durch Bestäuben oder, zu einer Glasurbrühe angerührt, durch Begießen auf das geformte Geschirr aufgetragen werden. Beim darauffolgenden Brennen des Geschirres entweicht aus der Glasurmasse schwefelige Säure, es bildet sich Bleioxyd, und dieses geht mit der Kiesel- und Thonerde ein Bleialuminiumsilicat ein, welches das Geschirr wie eine Glasschicht überzieht und undurchdringlich für Flüssigkeiten macht. Nur bei sorgfältigster Darstellungsweise und nur unter den günstigsten Verhältnissen fällt das Bleisilicat so aus, dass es in den im täglichen Leben vorkommenden Säuren unlöslich ist. Meist gibt es, wie bei den Essgeschirren erwähnt wurde, beim Kochen mit Säuren Blei ab und kann so die Speisen und Getränke vergiften.

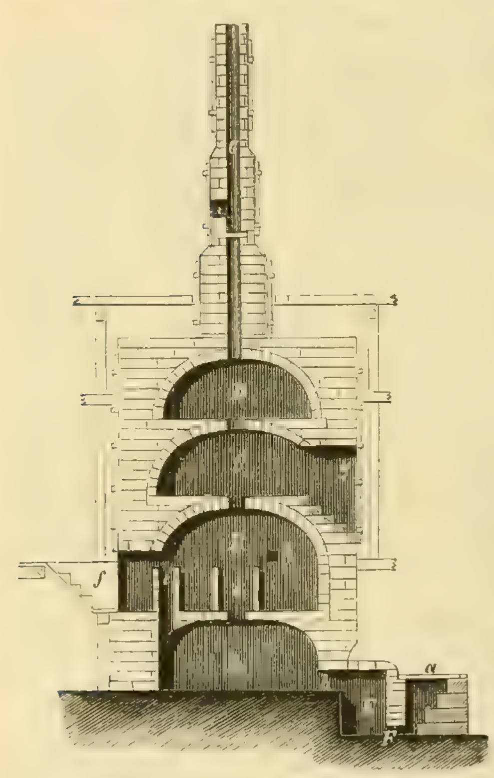


Fig. 242.

Das gemeine Steinzeug gehört zu jenen Thongeschirren, die ebenfalls an ihrer Oberfläche mit einer verglasten Masse überzogen sind, doch wird diese Verglasung durch eine stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerbeständige, sondern schmelzende Thonmasse bewirkt.

Bei manchen Steingutwaren wird eine Glasur hergestellt, indem man gegen das Ende des Brennens in den Ofen durch hierzu bestimmte Öffnungen Kochsalz wirft. Dieses wird infolge der Erhitzung in Salzsäure und Natrium zersetzt und letzteres verbindet sich mit Kieselerde auf der Oberfläche der Steinzeugwaren zu kieselsaurem Thonerdenatrium, einer ganz ungefährlichen Glasur. Dagegen kann die bei diesem Processe entstehende und sich bei ungenügend geschlossenem Ofen in der nächsten Umgebung verbreitende Salzsäure die Anwohner und die nachbarlichen Culturen sehr bedeutend schädigen.

Porzellanfabrication.

Das Porzellan wird aus einer Masse bereitet, die aus Caolin, einem Flussmittel (Feldspat, weißer Sand, Gyps) und der Glasur besteht.

Die Porzellanerde, an und für sich unschmelzbar, würde im Feuer sich nur zu einer erdigen undurchsichtigen Masse brennen; wird sie aber mit Flussmitteln gemischt, so schmelzen letztere bei der hohen Temperatur des Glasofens und füllen die Poren aus.

Das Caolin und die Flussmittel müssen auf das Feinste zerkleinert, geschlämmt, der Sand in einem besonderen Ofen geglüht und die Materialien miteinander innig ge-

mischt werden. Dann wird die Masse an der Luft getrocknet und hierauf dem Kneten und Faulenlassen (Rotten) unterworfen. Häufig wird hierbei Jauche und Moorwasser angewendet. Bei der Fäulnis der Porzellanmasse treten reichliche Mengen von Schwefelwasserstoff auf.

Die geknetete Masse wird nun zu Porzellanwaren geformt, an der Luft getrocknet, mit Glasurmasse überzogen und schließlich im Porzellanofen geglüht. Zur Porzellanglasur dienen: Feingepulverte Kieselerde, Thonerde und Alkalien oder ein Gemisch von Caolin, Quarz, Gyps und Porzellanscheibenpulver. Das Glasieren geschieht durch Eintauchen in die Glasurbrühe.

Der Porzellanofen (Fig. 242) enthält vier verschiedene Räume *A*, *B*, *C*, *D* übereinander, welche durch Feuercanäle in Verbindung stehen und fünf im Umfange des Ofens befindliche Feuerungen *E*, in welchen von *a* aus mit Fichtenholz geheizt wird. Die Flammen ziehen durch Canäle *b* zuerst in die Feuerkammer *A*, von hier durch mehrere Canäle *c*, *c'* nach aufwärts in den Gutofen oder Glattbrennofen *B*, dann in den Verglühofen oder Biscuitofen *C* und endlich von *D* aus in einen hohen Schornstein *G*. Die Wände des Ofens, welche unmittelbar mit dem Feuer in Berührung kommen, sind aus feuerfesten Porzellansteinen aufgebaut. Die zu brennenden Geräthe werden, weil sie durch den Russ und die von den Flammen fortgerissenen Aschentheilchen zu sehr leiden würden, in Kapseln von feuerfestem Thon eingesetzt. Im Verglühofen werden die Gegenstände zu festen, porösen Massen, welche im Wasser nicht mehr zerfallen. Im Glattbrennofen erleiden sie infolge der höheren Temperatur eine theilweise Schmelzung. Taucht man aber die verglühten Geschirre in Wasser ein, in welchem die Glasurmasse des Porzellans vertheilt ist, und setzt sie nach dem Trocknen und Einsetzen in Kapseln der Hitze des Glattbrennofens aus, so schmilzt die an der Oberfläche hängen gebliebene Glasurmasse und verleiht dem Geschirre eine dünne, glänzende Oberfläche.

Bei den verschiedenen Manipulationen der Porzellanbereitung entsteht ein Kieselsäure in feinster Vertheilung enthaltender, den Athmungsorganen sehr gefährlicher Staub, dessen möglichste Abhaltung zum Schutze der Arbeiter nothwendig ist. Beim Mahlen kann recht gut eine Anfeuchtung durch Wasser stattfinden. Sieben soll aber nur in geschlossenen Apparaten vorgenommen werden. Das Glasieren ist eine Arbeit, bei der Staubentwicklung nicht zu vermeiden ist; die hierbei beschäftigten Arbeiter sollten deshalb Respiratoren anlegen.

Die Verarbeitung des Caolins durch Faulenlassen (Rotten) kann besonders belästigend werden, wenn dazu unreines, an organischen Bestandtheilen reiches Wasser genommen wird. An und für sich gefährdet diese Manipulation die Arbeiter ebenso wie das Treten des Thons bei der Ziegelfabrication.

Das Pressen der plastischen Massen in die Formen ist häufig Ursache von Deformationen des Brustkastens der damit beschäftigten Arbeiter.

Kalk, Cement.

Das Kalkbrennen, d. i. die Darstellung von Ätzkalk aus Kalksteinen (kohlensaurem Kalk) wird in Meilern oder Kalköfen vorgenommen.

Fig. 243 stellt einen Kalkofen der einfachsten Art dar. Über dem Roste oder der Sohle des Ofens baut man zuerst mit den größten Kalksteinen eine Art Gewölbe, welches die ganze Füllung des Ofens, die man von oben einbringt, zu tragen hat. Man unterhält das Feuer 12 Stunden lang, worauf man erkalten lässt und den gebrannten Kalk herausnimmt.

Continuierlich arbeitende Kalköfen sind nach Art eines Schachtofens (Fig. 244) gebaut und werden ganz mit Kalksteinen gefüllt, die durch seitlich angebrachte Herde *a* erhitzt werden. Der gebrannte Kalk wird durch eine seitliche Öffnung an der Sohle des Ofens herausgezogen und zum Ersatz desselben neuer Kalkstein oben aufgegeben.

Der beim Kalkbrennen entstehende Rauch besteht aus der Kohlensäure des Kalksteines und aus den Verbrennungsproducten des Brennmaterials.

Wird der Rauch in größerer Höhe aus der Esse in die Luft geführt, so ist wenigstens bei ruhigem Wetter die Belästigung der Anwohner eine geringe.

Für die Arbeiter ist die gefährlichste Operation das Ziehen des Kalkes. Sie sind hierbei großer Hitze und der Gefahr ausgesetzt, durch glühenden Kalkstaub verletzt zu

werden. Wenn an dem Kalkofen, von der Ziehstelle her, ein kleiner, die heiße Luft nach oben abführender Luftgang angebracht wird, so sind die Arbeiter weit weniger gefährdet.

Enthält der Kalkstein Thon beigemengt, so kann die gebrannte Masse mit Wasser ohne bedeutende Wärmeentwickelung gemischt werden, erhärtet aber damit, auch unter Wasser, und zwar je nach der Menge des beigemengten Thons (10 bis 30 Procent) mehr oder weniger rasch (nach 2 bis 20 Tagen). Dies ist der hydraulische Kalk.

Es gibt auch einige Verbindungen von Kieselsäure mit Thonerde und geringen Mengen von Alkalien und Kalk, welche Kalkbrei in hydraulischen Kalk verwandeln. Solche Naturproducte nennt man natürliche Cemente. Hydraulischen Kalk kann man auch aus ungebranntem Kalk und Thon herstellen (Portlandcement).

Bei der Cementfabrication kommen ähnliche sanitäre Gesichtspunkte in Betracht wie beim Kalkbrennen, durch Zerkleinern, Stampfen, Sieben der natürlichen Cementsteine oder beim Mischen der zur künstlichen Cementfabrication erforderlichen Materialien wird Staub entwickelt, gegen welchen der Arbeiter zu schützen ist.

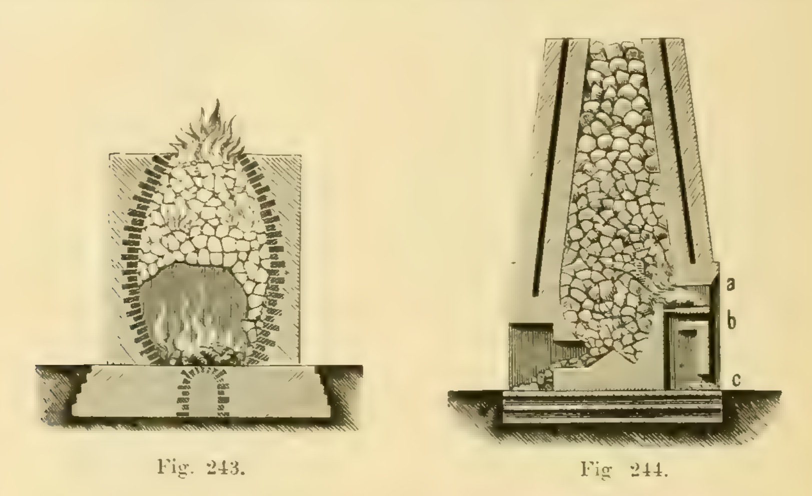


Fig. 243. Fig. 244.

Glasfabrication.

Das Glas ist ein durch Schmelzen entstandenes, amorphes Gemenge verschiedener kieselsaurer Salze, in welchen gewöhnlich kieselsaures Alkali und kieselsaurer Kalk die Hauptbestandtheile bilden. Bisweilen, wie bei der Darstellung gewisser zu optischen Zwecken dienender Gläser, wird die Kieselsäure auch durch Borsäure vertreten; manche Gläser enthalten außer kieselsaurem Alkali und kieselsauren Erdalkalien noch gewisse Metalloxyde, z. B. enthält das Krystallglas auch kieselsaures Bleioxyd, und zwar bis zu einem Drittel seines Gewichtes.

Als Rohmaterialien, welche die Substanz des Glases bilden, verwendet man Bergkrystall, Quarz, Sand, Feuerstein, Infusorienerde, Glasscheiben, Borax, Pottasche, Glaubersalz, calcinierte Soda, Kalkstein, Kreide, Mennige, Bleiweiß, Bleiglätte, Zinkweiß, Wismuthoxyd; als Entfärbungsmittel bei der Fabrication von weißem Glas: Braunstein, arsenige Säure, Salpeter, Mennige, und zur Erzielung bestimmter Farben des Glases: Goldchlorid, Chlorsilber, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Uranoxyd, Kobaltoxyd, Chromoxyd, Mangansuperoxyd, Zinnoxyd und Knochenasche.

Fast alle diese Materialien müssen gepulvert werden. Das Mahlen, Mischen und Sieben aller dieser Materialien erzeugt Staub, der unter allen Umständen vermöge seiner mechanischen Reizung die Arbeiter gefährdet, manchmal aber, so beim Zerkleinern von Arsenik oder Bleipräparaten, im höchsten Grade giftig wirkt.

Die fertige Mischung der zur Glaserzeugung erforderlichen Mate-

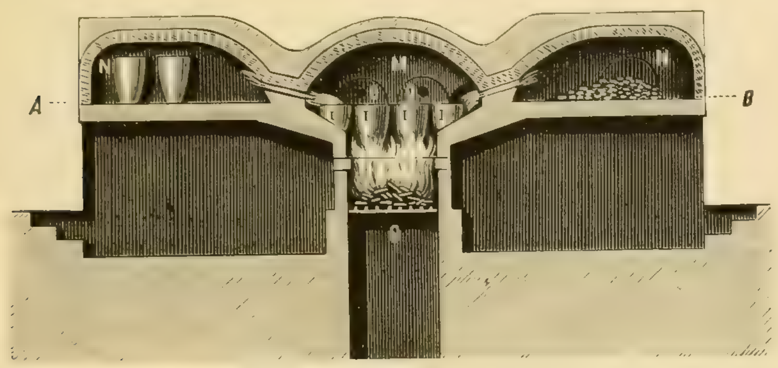


Fig. 245.

rialien heißt Glassatz; dieser Glassatz wird in Schmelzgefäßen, die man Glashäfen nennt, eingetragen und diese werden in dem Glasofen so weit erhitzt, dass der Inhalt derselben vollkommen schmilzt.

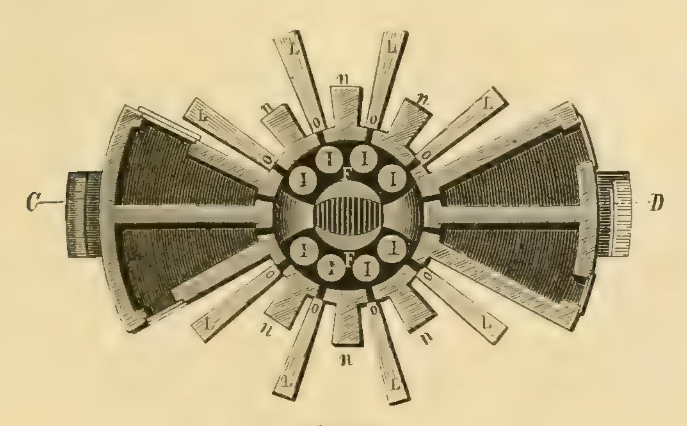


Fig. 246.

Die Glasschmelzöfen (Fig. 245 und 246) sind aus feuerfestem Thon hergestellt. Oberhalb des Feuerraumes liegt der Schmelzraum M. In ihm stehen die Häfen *I* und werden durch die Flamme direct erhitzt. Aus dem Schmelzraum gelangt die Flamme in seitliche Räume *N*, worin das Fritten und Trocknen, Processe, die dem eigentlichen Verschmelzen vorangehen, vorgenommen werden. Aus diesen Seitenräumen (Nebenöfen genannt) gelangen die Verbrennungsproducte des Feuermaterials mit den beim Schmelzen sich entwickelnden Gasen und Dämpfen in den Schornstein. Die geschmolzene Glasmasse wird durch die Arbeitslöcher O herausgenommen und von den Arbeitern, welche auf der hölzernen Brücke *L* stehen, in geeignete Formen gebracht. Durch den Schmelzprocess

im Glasofen wird aus dem kohlensauren Kalk durch die Hitze die Kohlensäure ausgetrieben; das Glaubersalz wird zersetzt, die Schwefelsäure entweicht entweder unverändert oder zu schwefeliger Säure reduciert; die anderen Metalloxyde gehen in kieselsaure Verbindungen über; der Salpeter, die Mennige, der Braunstein und die arsenige Säure geben ihren Sauerstoff ab und oxydieren dadurch das Eisenoxydul, wodurch die Entfärbung des Glases bewirkt wird. **Metallisches Arsen wird hingegen verflüchtigt.**

Die aus den Arbeitslöchern und aus dem Schornstein abgehenden Gase sind demnach gefährlich, namentlich wenn viel Arsen zur Verwendung kommt. In Glashütten, wo die massenhafte Verwendung von Arsenik die Condensation des Glashüttenrauches nothwendig macht, wären Flugstaubkammern zu fordern.

Auch die weitere Verarbeitung der Glasmassen zu Glasgegenständen ist mit vielfachen Gesundheitsgefahren für die Arbeiter verknüpft. Das Glasblasen verursacht Congestionszustände und vor Allem Emphysem der Lunge. Die strahlende Hitze des Schmelzofens und der Aufenthalt in den zugigen Räumen der Glashütten bedingen schwere Erkältungskrankheiten. Der profuse Schweiß infolge der strahlenden Hitze verursacht übermäßigen Säfteverlust, der grelle Flammenschein der zu bearbeitenden Glasmasse blendet das Auge und soll sehr häufig grauen Staar erzeugen. Bedeutsam ist auch die Verwendung von Blei- und Arsenverbindungen. Gegen die üblen Einflüsse dieses Gewerbes können die Arbeiter nur durch kräftige Ernährung, zweckmäßige Kleidung, Pflege des Körpers, Bäder, Vorsicht bei der Arbeit, Vermeidung von Überanstrengung durch zu lange Arbeitszeit einigermaßen geschützt werden. Gegen Hitze und Feuerschein empfehlen sich Glimmerbrillen.

Gegen die beim Schleifen und Polieren des Glases entstehende Verstaubung schützt am besten das Schleifen mit durch Wasser angefeuchteten Schleifapparaten. Beim Trockenschleifen sollten Exhaustoren in Verwendung kommen.

Beim Ätzen der Gläser mit Fluorwasserstoffsäure darf die Entwickelung dieser Säure nur in geschlossenen Bleigefäßen stattfinden. Diese Säure hat die nachtheiligste Einwirkung auf die Augen und Haut; die gasförmige Säure wie deren Lösung in Wasser erzeugen auf der Haut fressende Geschwüre, die sich schnell in die Breite und Tiefe ausdehnen und eine geringe Tendenz zur Heilung haben. Beim Arbeiten mit Flusssäure sollen die Bleiapparate an ihren Verbindungsstellen durch Kitt sorgfältig verschlossen werden, das aus dem Apparat entweichende Gas wird in Wasser geleitet. Das Entleeren der Apparate darf nur nach vollständiger Abkühlung vorgenommen werden; alle Arbeiten mit der Säure nimmt man unter einem gutziehenden Abzug vor.

Siebentes Capitel

Die chemische Grossindustrie.

Kochsalz.

Das Kochsalz kommt in der Natur theils in festen Massen als Steinsalz, theils gelöst in Meer- oder Salzsolenwasser vor. Wo es als reines Steinsalz in großen Lagern zu finden ist, wird es durch bergmännische Förderung gewonnen. Das unreine Steinsalz muss in Wasser gelöst und umkrystallisiert werden; die Auflösung wird gewöhnlich in der Grube selbst bewerkstelligt und die Kochsalzlauge zum Versieden durch Pumpen in die Höhe befördert.

Die natürlichen Salzsolen sind in der Regel nicht ganz mit Kochsalz gesättigt, weil sie, bevor sie zu Tage kommen, sich in anderen Schichten noch mit Quellen von gewöhnlichem Wasser vermischen. Man entfernt zuerst durch freiwilliges Verdampfen an der Luft einen Theil des Wassers in sogenannten Gradierwerken.

Beim Versieden sondert sich Gyps und schwefelsaures Natron theils als Schaum, theils als Absatz aus, welchen man mit einer Krücke herausschaffen muss. Sobald sich auf der Oberfläche der siedenden Sole eine Salzhaut bildet, schreitet man zum Soggen (Gewinnung des Kochsalzes. Während der Periode des Soggens wird die Temperatur der Flüssigkeit auf 50° erhalten. Das ausgeschiedene Salz wird mittelst der „Schwimmkrücken“ herausgehoben, dann getrocknet.

Das Auskrücken und das Trocknen ist für die Arbeiter erschöpfend, weil sie der Hitze, sowie einer überaus feuchten Atmosphäre ausgesetzt sind. Die häufigsten Krankheitsformen bei Sudarbeitern sind Rheumatismus, verschiedene Katarrhe und Diarrhöen. Empfindliche Personen werden auch durch den Salzdunst zu Husten gereizt. Schwächliche Personen sollen zur Sudarbeit nicht zugelassen werden. Wirksame Dampffänge über der Sudpfanne sollen den Wasserdampf ableiten.

Sodafabrication.

Unter den Sodafabricationsweisen hat jene, welche nach dem sogenannten Leblanc'schen Verfahren arbeitet, ein großes hygienisches Interesse.

Zuerst wird dabei Kochsalz durch Behandlung mit Schwefelsäure in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) übergeführt (Sulfatprocess), dann das entstandene Glaubersalz in der Hitze durch die Einwirkung von Kalkhydrat und Kohle in Rohsoda (ein Gemenge von kohlensaurem Natron und einer Doppelverbindung von Schwefelcalcium und Kalk) verwandelt (Sodaprocess, Calcination) und schließlich durch Auslaugen und Krystallisieren das kohlensaure Natron von der in Wasser unlöslichen Doppelverbindung getrennt (Sodalaugerei).

a) *Sulfatprocess.*

Bei der Darstellung des Natriumsulfats entwickelt sich eine große Menge von Salzsäure. Es gibt Sodafabriken, die täglich 100.000 *kg* Kochsalz verarbeiten und somit 62.000 *kg* Salzsäure als Nebenproduct erhalten. In früherer Zeit haben die Fabriken

nahezu alle Salzsäure ihres Betriebes, die als Dampf auftritt, mittelst Schornsteinen ins Freie abgelassen. Die Dämpfe der Salzsäure ziehen erfahrungsgemäß begierig Wasser an, sie sinken deshalb rasch zu Boden und bilden in demselben, auf Kalk- und Magnesiasalze der Erde einwirkend, Chlorcalcium und Chlormagnesium — Verbindungen, die für jede Vegetation durchaus nachtheilig sind. Auch Wäsche und andere Dinge werden durch die herabfallende Salzsäure beschädigt. Selbstverständlich kann Salzsäuredampf bei einiger Concentration auch der Gesundheit des Menschen und des Thieres schädlich werden und Katarrhe der Athemwege verursachen.

Die Salzsäure ist in verdünntem Zustande nahezu oder ganz wertlos, im concentrierten auch sehr billig, und da die Condensation der Salzsäure eine kostspielige Arbeit ist, unterließen in früherer Zeit die Fabriken diese gerne ganz. Die frühere Einrichtung der Öfen für die Sulfatfabrication, bei welchen die salzsauren Dämpfe mit den Rauchgasen der Feuerung gemengt, in den Schornstein entwichen, musste infolge der hierdurch entstehenden, sehr bedeutenden und auffälligen Beschädigung der ganzen Umgebung einer Sodafabrik überall aufgegeben werden. Gegenwärtig verwendet man Muffelöfen (Fig. 247), in welchen die Sulfatbildung und die Calcination gleichzeitig bewirkt wird.

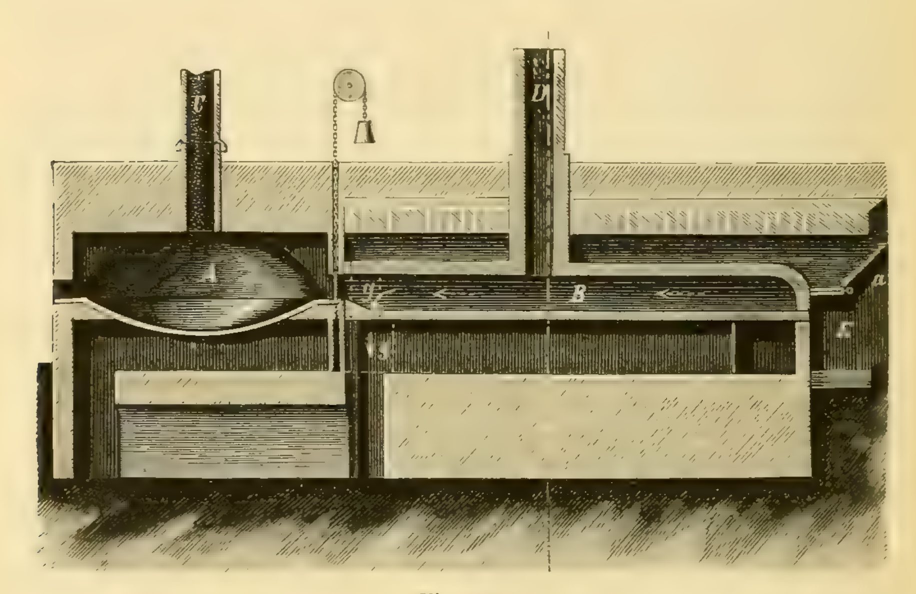


Fig. 247.

Diese Öfen bestehen aus einer gasdichten Muffel *B*, unter und über welcher das Feuer des auf dem Roste *a* brennenden Brennmaterials der Feuerung *E* herumspielt, um durch die (mit punktierten Linien angegebenen) Füchse *g* und *g'* herabzusinken und gleichzeitig die Böden der Zersetzungspfanne zu heizen. Die Rauchgase und die Salzsäuredämpfe werden getrennt abgeleitet, und zwar die Rauchgase durch einen Canal am Fuße des Ofens in die Esse, das salzsaure Gas aus der Muffel und den Pfannen mittelst irdener Röhren *C* und *D* in den Condensationsapparat.

Die Condensation findet statt: in mit Wasser gefüllten Thongefäßen, Bonbonnes genannt oder in Coaksthürmen, in welchen Wasser in feinen Strahlen über Coaksstücke ausgeschüttet wird, während das Salzsäuregas, nachdem es stark abgekühlt worden ist, den ganzen Thurm durchstreicht. Die Condensation durch die Bonbonnes ist nicht genügend, wohl aber jene durch Coaksthürme. In vielen Sodafabriken leitet man die Gase zuerst durch Bonbonnes und dann durch Coaksthürme (Fig. 248). Die Bonbonnes müssen auf einer säuredichten Unterlage aufgestellt sein, damit beim allfälligen Zerbrechen derselben die Salzsäure nicht Brunnen und andere Gewässer verderbe.

b) Calcination.

Die Umwandlung des Glaubersalzes in Soda erfolgt in dem Calcinierraum, in dessen Decke sich ebenfalls ein Rohr befindet, um die sauren Dämpfe direct in die Condensationsapparate abzuleiten. Während der Calcination muss das Gemenge von Natriumsulfat, Calciumcarbonat und Kohle fortwährend umgekrückt werden, wobei die Arbeiter in hohem Grade salzsauren Dämpfen ausgesetzt sind.

In neuerer Zeit besorgt in vielen Fabriken eine Maschine das Umkrücken der Masse.

c) Sodalaugerei.

Sobald die Calcination beendet ist, wird die Sodaschmelze in eiserne, flache Kästen ausgekrückt und mittelst Auslaugens und Eindampfens die Abscheidung des kohlensauren Natrons erzielt. Es hinterbleibt der **Sodaäscher**, vorzüglich aus Schwefelcalcium bestehend, in hygienischer Hinsicht wichtig.

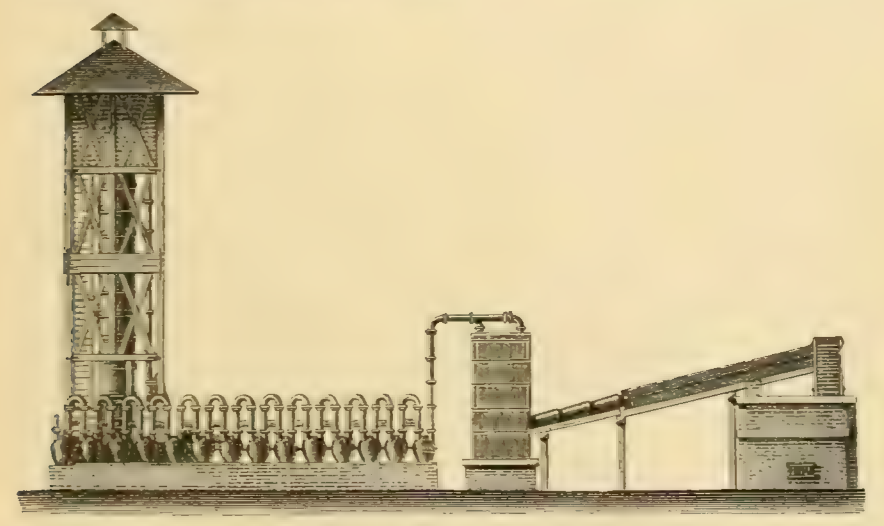


Fig. 248.

In jeder Sodafabrik sammeln sich diese Rückstände mit der Zeit zu erstaunlich großen Massen an und werden eine Quelle großer Unannehmlichkeiten sowohl für die Fabrik selbst als auch für die ganze Umgebung; für jede Tonne Soda entstehen zwei Tonnen Rückstand!

Durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Atmosphäre entsteht aus dieser Masse Schwefelwasserstoffgas. Das Innere der Haufen erhitzt sich durch eintretende Oxydation, wobei sich schwefelige Säure bildet, welche theils in die Luft entweicht, theils den Schwefelwasserstoff zerlegt, so dass Schwefel ausgeschieden wird. Dieser entzündet sich und erzeugt wiederum schwefelige Säure. Nasse Witterung und große Anhäufung begünstigen die Zersetzungen.

Ein viel bedeutenderer Nachtheil geht weiters von den Flüssigkeiten aus, welche von diesen Haufen während und nach dem Regen ablaufen und durch ihren reichen Gehalt an schwefelhaltigen Verbindungen, wenn sie direct in Brunnen oder kleinere Wasserläufe kommen,

das Wasser derselben unbrauchbar machen und, wenn sie versickern, den Boden weithin verunreinigen und ihn mit einer schwarzen stinkenden Jauche anfüllen.

Thatsächlich gewinnt es den Anschein, als ob neue Methoden der Sodaerzeugung Aussicht hätten, das so bedenkliche Leblanc'sche Verfahren zu verdrängen, wie z. B. die Sodabereitung aus Kochsalz und kohlensaurem Ammon. Doch wird man noch lange mit den gegenwärtigen Methoden der Sodafabrication zu rechnen haben.

Die definitive Unterbringung der Sodaäscher hat sehr große Schwierigkeiten. Man hat vorgeschlagen, sie zum Straßenbau zu verwenden, aber die in dieser Beziehung gemachten Erfahrungen waren ganz ungünstige. Man darf diese Rückstände auch nicht zur Ausfüllung von Terrain, das als Bauplatz benutzt wird, heranziehen, da durch sie ein späteres Heben des Grundes möglich ist, so dass das erbaute Haus leicht beschädigt werden kann oder einstürzt. Der Geruch nach Schwefelwasserstoff macht sich selbst dann noch bemerkbar, wenn die Masse unter der Sohle des Kellers liegt.

Das Aufbewahren des Sodaäscher in Haufen sollte nur unter bedeckten Schupfen und auf wasserdichtem Boden stattfinden. Zur Vermeidung der Entzündung dieser Haufen sollten dieselben stets in dünnen Schichten gelagert werden.

In manchen Fabriken werden die aufgehäuften Rückstände oder wenigstens die von ihnen abfließenden gelben Laugen nach dem Mond'schen Verfahren verarbeitet.

Die Reinigung dieser Laugen vor ihrem Ablassen geschieht meist in drei Gruben, welche sie abwechselnd vor ihrem Abfluss passieren müssen; in diesen werden sie mit dem wesentlich aus Eisenhydroxyd, etwas Mangansuperoxyd und Calciumcarbonat bestehenden Klärschlamm der neutralisierten Manganlauge, wie sie bei der Chlorfabrication erhalten wird, vermischt, wodurch sie vollkommen entfärbt und entschwefelt werden; die klare Flüssigkeit kann dann abgelassen werden.

Bezüglich der Verwendung neu entstehender Sodarückstände schlägt man sehr verschiedene Wege ein. Am radicalsten ist derjenige, welchen aber leider nur die Fabriken des Küstenlandes befolgen können, die Sodarückstände ins Meer zu werfen. Als Dünger kann man diesen Rückstand nicht verwerten; eher eignet er sich als Zusatz zu Mörtel, dem er cementartige Eigenschaften verleiht, oder man versucht, den Schwefel aus dem Rückstande, worin er bis über 13 Procent enthalten ist, wieder zu gewinnen.

Die diesen Zweck anstrebenden Methoden befolgen alle zunächst das Princip, die Sodarückstände einer Oxydation durch die Luft zu unterwerfen, um hierdurch Polysulfide, Hyposulfide und Sulfide des Calciums zu bilden; dann werden die Massen ausgelaugt. Die Methode von Schaffner extrahiert die Masse mit Wasser mehrmals, erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden, gibt Salzsäure zu, leitet die sich entwickelnde schwefelige Säure in frische Lauge und erhält so einen Niederschlag von Gyps und Schwefel, welche voneinander getrennt werden. Beim Mond'schen Verfahren bläst ein Ventilator zur schnellen Oxydation der Massen Luft durch dieselben. Sie werden dann ausgelaugt und durch Salzsäure zersetzt, wodurch der Schwefel zur Abscheidung kommt.

Die gegenwärtig üblichen Entschwefelungsmethoden leisten noch zu wenig in sanitärer Beziehung. Zwar werden hierdurch die Sodarückstände beseitigt oder wenigstens vermindert, allein ihre Aufbereitung setzt selbst sehr beachtenswerte Gesundheitsgefahren; ja es haben jene

Operationen der Entschwefelung, bei welchen sich Schwefelwasserstoff entwickelt, schon manches Menschenopfer gekostet. Namentlich war es der Fall, wenn die Auslaugeflüssigkeiten der oxydierten Rückstände ohne alle Vorsorge mit Säuren behandelt wurden und Schwefelwasserstoff entwickelten.

Die bei der Schwefelwiedergewinnung aus den Sodaabfällen nach Ausfällung und Abscheidung des Schwefels sich ergebenden Wässer enthalten meist Chlorcalcium in Lösung, auf geordnete Ableitung ist daher Rücksicht zu nehmen; am besten verwendet man das Chlorcalcium dieser Laugen zur Gypsfabrication. Der aus Chlorcalciumlauge und Schwefelsäure dargestellte Gyps findet in den Papierfabriken als Zusatz zum Ganzzeug Verwendung.

Die gegenwärtig üblichen Methoden der Verarbeitung der Sodarückstände auf Schwefel befriedigen aber auch in technischer Beziehung nicht gänzlich, es konnten nur 50 bis 60 Procent des darin enthaltenen Schwefels gewonnen werden.

Nach vielen anfangs vergeblichen Versuchen ist es in der neuesten Zeit Schaffner und Helbig gelungen, ein einfaches Verfahren ausfindig zu machen, welches nicht nur allen Schwefel, sondern auch den Kalk der Sodarückstände liefert.

Die Verarbeitung des Sodarückstandes zerfällt dabei in folgende Operationen:

Die Sodarückstände werden mit Chlormagnesium zersetzt, wobei Chlorcalcium, Magnesia und Schwefelwasserstoff entsteht; der hierbei sich entwickelnde Schwefelwasserstoff wird mittelst schwefeliger Säure in Schwefel umgewandelt. Der nun nach der Austreibung des Schwefelwasserstoffes zurückbleibende Rückstand (aus Chlorcalcium und Magnesia bestehend) wird der Einwirkung der Kohlensäure ausgesetzt, wodurch kohlensaurer Kalk und Chlormagnesium entsteht.

Die Vortheile des neuen Verfahrens sind seine Einfachheit, ein erheblich geringerer Aufwand an Zeit und Kosten und eine Ausbeute von 95 Procent des darin enthaltenen Schwefels; ferner gewinnt man ungefähr 80 Procent des gesammten in den Rückständen enthaltenen Kalkes als kohlensauren Kalk, zur Sodafabrication geeignet, wieder, und das erforderliche Chlormagnesium und Chlorcalcium wird bis auf die unvermeidlichen, aber sehr geringen Verluste wiedergewonnen. Der Apparat, welcher für dieses Verfahren zur Anwendung kommt, lässt sich derart herstellen, dass an keiner Stelle desselben Schwefelwasserstoff entweicht.

Ammoniakindustrie.

Das Ammoniak ist ein starkes Gift. Sein Reiz trifft hauptsächlich die Respirationsorgane und die Augenschleimhaut, weshalb Thränenfluss, schleimige Secretion aus der Nase, selbst Blutungen aus Ohr, Mund und Nase zu den häufigsten Erscheinungen bei längerem Aufenthalt in einer ammoniakreichen Luft zählen. Bei andauernder Einwirkung trübt sich die Hornhaut, löst sich das Epithel der Mundschleimhaut, es kommt zur Arrosion der Bronchien, zu Husten, Erbrechen und Asphyxie.

Keine andere chemische Industrie vermag so verschiedenes Rohmaterial und nach so verschiedenen Methoden zu verarbeiten, als die Ammoniakfabrication.

In früherer Zeit wurden nicht selten gefaulter Harn, Stalljauche, Cloakenflüssigkeit, Fäcalmassen u. s. w. zu dieser Fabrication verwendet. Gegenwärtig ist dies nicht mehr oder nur äußerst selten der Fall. Nahezu alles in den Handel gelangende Ammoniak stammt aus dem Gaswasser der Leuchtgasfabriken oder aus den Nebenproducten der Blutlaugensalz- und Beinschwarzerzeugung.

Das Gaswasser enthält kohlensaures, schwefelsaures, essigsaures Ammon, Schwefel-, Rhodan-, Cyan-, Chlorammonium und gelöste Theertheile.

Die Verarbeitung dieser Flüssigkeit zu Ammoniaksalzen geschieht meist durch Destillation mit Kalk. Die hierbei sich entwickelnden Dämpfe werden in Absorptionsgefäße geleitet, welche Salzsäure bei der Salmiakfabrication, Schwefelsäure bei Erzeugung von Ammoniumsulfat enthalten. Die Destillationsgefäße sind große, eiserne Cylinder, den Dampfkesseln in Form und Construction ähnlich. Das Schwefelammon und Cyanammon, sowie flüchtige Theerstoffe gehen mit dem freigewordenen Ammoniak ins Destillat über. Schwefelammon und Cyanammon werden durch die Säure zersetzt, Schwefelwasserstoff und Cyanwasserstoff gebildet.

Diese Gase und Dämpfe müssen im Interesse der Arbeiter und Anwohner unter die Kesselfeuerung oder aber in einen besonderen Desinfectionsofen geleitet und zerstört werden.

Sind die in den Absorptionsgefäßen enthaltenen Säuren durch das überdestillierte Ammoniak vollständig neutralisiert, so werden die Salzlösungen entweder in Pfannen über freiem Feuer oder durch Dampf so weit eingeengt, dass Krystallisation eintritt. Hierbei entwickelt sich ein höchst lästiger, in die Umgebung weithin sich verbreitender Geruch, der durch das Flüchtigwerden verschiedener bei der Destillation mitgerissener und in den Condensationsgefäßen zurückgehaltener Stinkstoffe bedingt ist. Es ist deshalb nothwendig, dass das Abdampfen derart vorgenommen werde, dass alle Dämpfe in die Feuerung der Fabrik abgeleitet werden können.

Die theerhaltigen Abwässer der Ammoniakindustrie dürfen niemals zur Versickerung zugelassen werden, da ihr Carbolsäuregehalt benachbarte Brunnen verderben würde. Am zweckmäßigsten ist es, die theerhaltigen Flüssigkeiten in vollkommen dichten Cisternen absitzen zu lassen, denn hierbei sich abscheidenden Theer zu sammeln und weiter industriell zu verarbeiten. Die nach der Abscheidung des Theers sich ergebenden Abwässer können, wenn nicht besondere Gründe dagegen sprechen, ohne Gefahr in große Wasserläufe oder in Schwemmcanäle abgelassen werden.

Häufig sind die Ammoniakfabriken mit den Leuchtgasanstalten verbunden. Dieser Betrieb dürfte auch im Bereiche von bewohnten Häusercomplexen zu gestatten sein.

Etwas anders gestaltet sich die Ammoniakfabrication, wenn sie als Nebenproduction zur Blutlaugensalz- oder Beinschwarzerzeugung betrieben wird.

Im ersteren Fall werden verschiedene thierische Abfälle: Sehnen, Abschnitzel von Hufen, Klauen, Leder u. s. w., im letzteren Fall ausgekochte Knochen in gusseisernen Cylindern der trockenen Destillation unterworfen. Die sich hierbei entwickelnden Dämpfe (vorwiegend kohlensaures Ammon, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, Cyanammon, Schwefel-

cyanammon und viele Körper der Picolin- und Pyrrhidinreihe leitet man in Kühlapparate zur Condensation, die auftretenden stinkenden Gase sind unter die Feuerung zu leiten und daselbst zu verbrennen.

Das kohlensaure Ammon setzt sich in den Kühlgefäßen theils im festen Zustande, theils als Flüssigkeit (Hirschhorngeist) ab.

Diese Fabrication belästigt ihre Umgebung in hohem Grade. Selbst bei den besten Betriebsmitteln hören die Klagen über den widerwärtigen, Ekel erregenden Gestank nicht auf. Es muss deshalb diese Industrie aus jedem Häuserbereich hinausgewiesen und darf nur bei genügend isolierter Lage geduldet werden.

Chlorindustrie.

In der Chlorindustrie muss der Arbeiter durch alle nur anwendbaren Maßregeln vor dem Einathmen dieses Gases geschützt werden: das Chlor wirkt aufs heftigste auf die Gewebe, besonders störend aber auf die zarten Schleimhäute der Luftwege ein.

Bei größeren Dosen entsteht sofort Asphyxie, von der sich die Menschen, in frische Luft gebracht, wieder erholen; länger andauernde Einathmung tödtet. Von den Glasarbeitern leidet ein großer Theil an Erkrankungen der Respirationsorgane. Die Grenze, von welcher ab Chlordämpfe schädigen, ist sehr niedrig; Lehmann gibt sie zu etwa 0·02 pro mille an.

Die größte der Chlorindustrien ist die Chlorkalkfabrication: zur Herstellung von Chlorkalk (unterchlorigsaurer Kalk) lässt man Chlorgas, das entweder aus Braunstein (Manganhyperoxyd), Salzsäure oder aus Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein entwickelt wird, auf gepulverten Kalk einwirken. Je feiner der letztere vertheilt wird, desto besser wird das Chlor absorbiert; man siebt ihn deshalb. Diese Procedur gefährdet den Arbeiter durch Kalkinhalation. Die Gefahr lässt sich durch geschlossene Siebe aber vermeiden.

Der gesiebte Kalk wird in mehreren Etagen in Kammern aus Back- und Sandstein ausgebreitet und vom Chlorgas durchsetzt; diese Kammern müssen aufs sorgfältigste mit Asphaltkitt hergestellt sein und alle Fugen an den Thüren vor dem Einleiten von Chlorgas mit Lehm gedichtet werden. Hat sich der Kalk fast ganz mit Chlor gesättigt, so wird die Chloreinleitung unterbrochen, die Kammer längere Zeit gelüftet und erst dann die Thüren zum Ausnehmen des Chlorkalk (der auch Chlorcalcium und etwas Ätzkalk enthält) geöffnet. Diese Locale müssen außerdem aufs beste gelüftet sein.

Ähnlich wie die Chlorkalkfabrication verläuft die Herstellung der unterchlorigsauren Alkalien.

Die Rückstände der Chlorbereitung sind Manganchlorür und Salzsäure; sie dürfen nicht abgelassen werden, sondern man regeneriert aus ihnen am besten Manganhyperoxyd und gewinnt Chlorcalcium als Nebenproduct. Dies geschieht am einfachsten durch Neutralisieren mit Kalk und Durchblasen von Luft durch die Lösung.

Häufig wird auch die Chlorfabrication mit der Sodafabrication zusammen betrieben, da man die genannten Rückstände der ersteren zur Zersetzung und Schwefelgewinnung aus dem Sodaäscher verwenden kann (s. dort).

Das chlorsaure Kali wird in bedeutender Menge zur Feuerwerkerei, zur Darstellung der Zündmassen, durch welche explosive Körper zur Detonation gebracht werden, zur Darstellung der Streichhölzer mit rothem Phosphor, in der Färberei zur Erzeugung gewisser Farbennuancen und zu vielen anderen Zwecken verwendet.

Das chlorsaure Kali explodiert, wenn es mit gewissen Substanzen, z. B. Schwefel, Phosphor, Schwefelantimon, Schwefelarsen, Zucker, Stärkemehl, gemengt ist, durch Schlag oder Stoß. Bei der Darstellung entzündlicher Gemische darf chlorsaures Kali mit den

genannten Körpern niemals trocken verrieben werden, sondern muss zunächst für sich, mit Weingeist angefeuchtet, zerkleinert, und nachdem es wieder trocken geworden, den übrigen Bestandtheilen mit einem Federbarte oder den Händen beigemischt werden. Im Sonnenlichte entzünden sich Mischungen von chlorsaurem Kali sehr leicht, weshalb sie im Dunkeln aufzubewahren sind. Das chlorsaure Kali ist aber auch ein giftig wirkender Körper, sobald er in den Magen gelangt.

Um die Anwesenheit von Kaliumchromat in Flüssigkeiten nachzuweisen, setzt man der etwas angesäuerten Lösung Indigocarmin und schwefeligsaures Kali zu. Jede Spur von Chlorsäure wird durch Oxydation des Indigo angezeigt. Die Mischung färbt sich also gelb oder je nach der zugesetzten Menge des Indigo oder der anwesenden Chlorsäure grün (Tacke). Die schwefelige Säure wird von der Chlorsäure des Kalium chloricum oxydiert, und der noch außerdem frei austretende Sauerstoff verwandelt Indigo in Isatin.

Die Chlorbleiche.

Das Bleichen soll die Gespinnstfasern und die aus ihnen gefertigten Garne, Zwirne und Gewebe von fremdartigen, schmutzenden und färbenden Beimengungen befreien und der Ware eine schöne weiße Farbe geben. Der sogenannten Chlorbleiche werden in der Regel nur Gewebe aus Pflanzenfasern unterzogen, da diese nämlich gegen die Einwirkung des Chlors ziemlich widerstandsfähig sind; thierische Wolle und Seide werden durch Chlor leicht angegriffen.

Die zu bleichenden Gewebe werden vorerst gesengt, indem das ausgebreitete Gewebe über glühende Halbcylinder oder durch das Feuer einer Gasflammenreihe geführt wird. Nun folgt das Entschlichten, d. h. die Entfernung der beim Weben verwendeten Schlichtmasse (meist Kleister) durch Stehenlassen der Ware in warmem Wasser, dann folgt das Kochen mit Kalkmilch oder kaustischen Alkalien zur Entfernung des Fettes. Da sich hierbei Kalkseifen bilden, so werden dieselben durch Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure weggebracht, welche Operation man „Säuern“ nennt. Hierauf wird das „Beuchen“ der Ware in schwachen Laugen vorgenommen, wodurch die anhängende freie Säure entfernt wird. Sodann schreitet man zum eigentlichen Bleichen, indem man die Zeuge zuerst in die Bleichflüssigkeit (Lösungen von Chlorkalk oder unterchlorigsauren Alkalien), welche sich in einem ausgemauerten oder mit Blei ausgelegten Bassin befindet, bringt und sie mehrere Stunden darin liegen lässt. Hierauf kommen die Zeuge in ein Bad von verdünnter Schwefel- oder Salzsäure. Nun entwickelt sich Chlor, und die Bleichung findet statt.

Die Arbeit des Sengens belästigt durch die Hitze des Sengapparates und durch den brenzlichen Geruch der verbrennenden und verkohlenden Gewebsfasern. Lüftung dieser Arbeitsstätten und Anbringung mechanischer Exhaustoren zur Wegschaffung der schlechten Luft ist deshalb geboten.

Beim Kochen, Beuchen, Waschen, Säuern der Zeuge wird die Luft überaus feucht und bis 40° warm; es entwickelt sich massenhaft ein die Riechstoffe des Flachses, Hanfes u. s. w. enthaltender, Ekel verursachender, häufig auch die Augen zu Thränen reizender Wasserdampf, gegen dessen üble Einwirkung die Arbeiter durch Aufstellung der Beuchapparate unter einem gemeinschaftlichen Dampffange und durch eine kräftige Aspiration mittelst eines geheizten Schornsteins einigermaßen geschützt werden können. Bleichereien sollen isoliert gelegen sein.

Behufs vollständigen Abflusses der mannigfachen Abfallwässer (Beuchwässer) sollten die Arbeitsräume sorgfältig gepflastert und der Boden geneigt sein, damit alle Flüssigkeiten gehörig abfließen können.

Die „Beuchwässer“ sind meist schmutzige, dunkle Flüssigkeiten, die wegen ihres Gehalts an organischen Substanzen, den sie während der Maceration der Zeuge aufgenommen haben, sehr leicht in Fäulnis über-

gehen. Sie dürfen nur nach vorheriger Reinigung (mit Kalkmilch im Überschuss) abgegeben werden.

Bei dem Einlegen der Zeuge in die Bleichflüssigkeit und beim darauf folgenden Behandeln mit Säuren entwickelt sich sehr viel Chlor, weshalb alle Apparate, in welchen diese Operationen vorgenommen werden, mit einem gut schließenden Deckel und einem absperrbaren, nach dem Schornstein führenden Gasabzugsrohr versehen sein müssen.

Brom- und Jodindustrie.

Durch die sich stetig steigernde Verwendung von Brom und Jod in der Photographie und zur Herstellung verschiedener Theerfarben gewinnt die Brom- und Jodindustrie immer mehr an Bedeutung. Die Mutterlaugen mancher Salinen sind so reich an Brom, dass die Darstellung dieses Körpers daraus lohnend erscheint. Das Jod wird zum Theil aus jodreichen Salzsolen, zum Theil aus den Mutterlaugen des rohen Chilisalpeters, endlich aus dem Kelp und dem Varek (der Asche von Seetangen) gewonnen. Jod und Brom werden aus diesen Rohmaterialien in ähnlicher Weise und durch analoge Operationen dargestellt, wie das Chlor aus dem Kochsalz. Jod und Brom in Dampfform sind wie das Chlor höchst irritierend wirkende Stoffe. Alle Schleimhäute, mit denen diese Dämpfe in Contact kommen, werden im höchsten Grade gereizt. Die Einwirkung von Jod- und Bromdampf charakterisiert sich durch heftigen Hustenreiz, Beklemmungen, Kopfweh, Entzündung der Augenliderhaut und Nasenschleimhaut, zeitweilige Bewusstlosigkeit, häufiges Niesen (Jodschnupfen), Erstickungsgefühl, hochgradige Beängstigung, Schwindel, Glottiskrampf und Asphyxie. Auch veranlasst das häufige Einathmen von Jod- und Bromdampf Caries der Zähne.

Bei der Darstellung und Verarbeitung des Jods und Broms und der Jod- und Brompräparate sollen daher nur vollkommen dicht schließende Apparate und solche Einrichtungen zur Verwendung kommen, durch welche eine vollständige Condensation aller schädlich wirkenden Gase erzielt wird, nebst einer sehr wirksamen Ventilation.

Die Abwässer der Brom- und Jodindustrie erheischen eine ähnliche sanitäre Beachtung wie die Rückstände der Chlorbereitung.

Das fertige Brom wird in starkwandigen Flaschen von 4 bis 5 Pfund Inhalt versandt, deren gut eingeriebene Glasstöpsel noch mit Harzlack, Thon und Pergamentpapier oder Leinwand verbunden werden. Die Flaschen werden in gefächerte Kisten mit Sägespänen fest verpackt. Das Brom wird wegen seiner Gefährlichkeit auf Schiffen ungern an Bord genommen, auf Eisenbahnen aber nur mit den sogenannten Feuerzügen transportiert. Wegen der theuren Verpackung und des schwierigen Versandts wird in den Fabriken häufig eine Verbindung des Broms mit Eisen dargestellt, welches leicht und gefahrlos transportabel und zur Darstellung von Bromsalzen (Bromkalium) direct verwendbar ist.

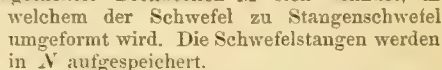
Schwefelindustrie.

Man findet den Schwefel in der Natur im freien Zustande; zumeist aber wird derselbe aus Verbindungen, den Pyriten (Schwefelkiesen) hergestellt. Diese letzteren können bereits, wenn sie nach bergmännischer Förderung in Halden zu weiterer Verarbeitung lagern, sich zersetzen, indem die Luft den Schwefel zu Schwefelsäure oxydiert und letztere dann die Pyrite unter Schwefelwasserstoffentwickelung zerlegt, hochgradige Belästigung der Umgebung hervorrufen und schädliche Abwässer liefern.

Lagert Schwefelkies in feiner Vertheilung mit Thon und Braunkohlenschichten, so treten infolge lebhafter Erwärmung der Kiese bei der Oxydation aus der Luft Brände der Haufen unter ungeheurer Entwickelung von schwefeliger Säure ein.

Der Schwefel wird aus Pyriten in folgender Weise durch Destillieren gewonnen:

Die gröblich zerkleinerten Pyrite befinden sich in konischen Röhren aus feuerfestem Thon (Fig. 249 *A*) über eine Feuerung. Eine thönerne Röhre *b* leitet den Schwefel in eine mit Wasser versehene Vorlage *C*. Der in der Vorlage sich ansammelnde Schwefel heißt Rohschwefel, ist von schmutziggelber Farbe, enthält namentlich Schwefelarsen und Selenverbindungen. Er wird entweder durch Schmelzen oder durch Destillation gereinigt.

Zur Destillation des Rohschwefels erhitzt man denselben in gusseisernen Kesseln (Fig. 250 *B*), die durch einen Canal mit einer gemauerten Kammer *G* in Verbindung stehen. Der in die Kammer destillierende Schwefel verdichtet sich zu Schwefelblumen, die bei länger fortgesetztem Betrieb schmelzen und sich als flüssiger Schwefel auf dem Boden ansammeln. Bei *H* wird der flüssige Schwefel abgelassen und gelangt in den Kessel *L*, neben welchem ein in Fächer abgetheilter Drehbottich *M* sich befindet, in welchem der Schwefel zu Stangenschwefel umgeformt wird. Die Schwefelstangen werden in *N* aufgespeichert.

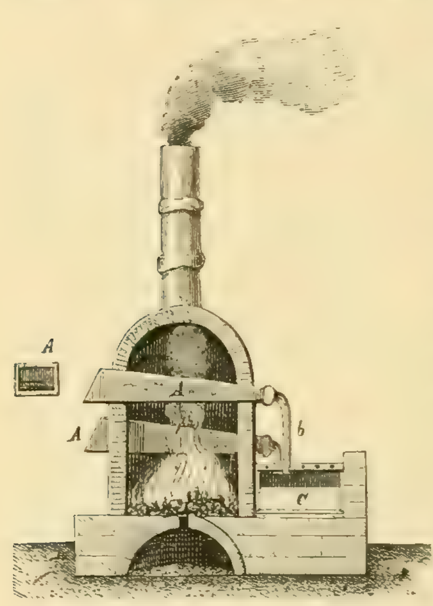
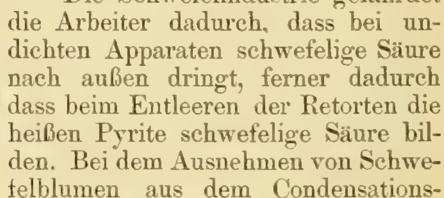
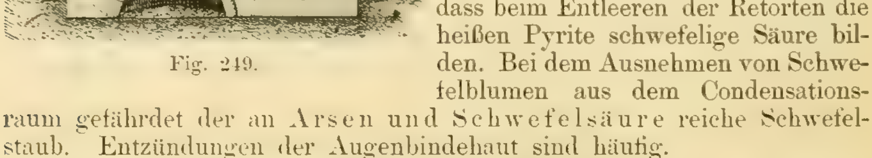


Fig. 249.

Der aus dem Kessel abdestillierte Schwefel wird von Zeit zu Zeit durch frischen Schwefel ersetzt, welcher in einem zweiten Kessel *D* geschmolzen und durch die Verbrennungsgase erwärmt wird. Der geschmolzene Schwefel kann nach Belieben zu jeder Zeit in den Destillationskessel mittelst der Röhre *F* abgelassen werden, so dass jede Berührung der äußeren Luft mit den heißen Schwefeldämpfen verhütet und dadurch die Gefahr einer Explosion bedeutend vermindert wird. Will man Schwefelblumen darstellen, so ist das Verfahren das nämliche, nur darf die Temperatur in der Kammer nicht 110° überschreiten, weil sonst der Schwefel schmilzt.



Die Schwefelindustrie gefährdet die Arbeiter dadurch, dass bei undichten Apparaten schwefelige Säure nach außen dringt, ferner dadurch dass beim Entleeren der Retorten die heißen Pyrite schwefelige Säure bilden. Bei dem Ausnehmen von Schwefelblumen aus dem Condensationsraum gefährdet der an Arsen und Schwefelsäure reiche Schwefelstaub. Entzündungen der Augenbindehaut sind häufig.

Die Schwefelblumen werden mittelst Waschen mit Wasser von Arsen befreit; diese Abwässer können nicht frei abgelassen werden. Zur Reinigung benutzt man Kalkmilch unter Zusatz von Eisenvitriol.

Als Abfall ergibt sich nach dem Glühen der Pyrite Einfach-Schwefeleisen, wenn es in Halden lagert, durch seine Verwitterung höchst lästig; es bildet sich basisch-schwefelsaures Eisenoxyd, das aus einfachem Schwefeleisen, Schwefelwasserstoff austreibt. Auch bei diesen Halden kommen häufig Brände vor. Der Regen wäscht die Metallsalze aus und führt sie weiter.

Die bei der Schwefelindustrie sich ergebenden Abwässer reinigt man durch Kalkmilch unter Begünstigung des Luftzutritts; vortheilhaft wirkt die Berieselung von Kalksteinen.

Schwefelige Säure.

Die schwefelige Säure tritt einerseits als Nebenproduct bei sehr vielen Fabricationszweigen, namentlich bei den metallurgischen Processen, bei der Ultramarin-, Alaun-, Glas- und Stearinsäurefabrication auf, andererseits findet sie in der Bleicherei von Wolle und Thierstoffen, Stroh- und Korbwaren, ferner bei der Darstellung von Schwefelsäure, schwefelig und unterschwefeligsauren Alkalien und in der Desinfectionspraxis Verwendung.

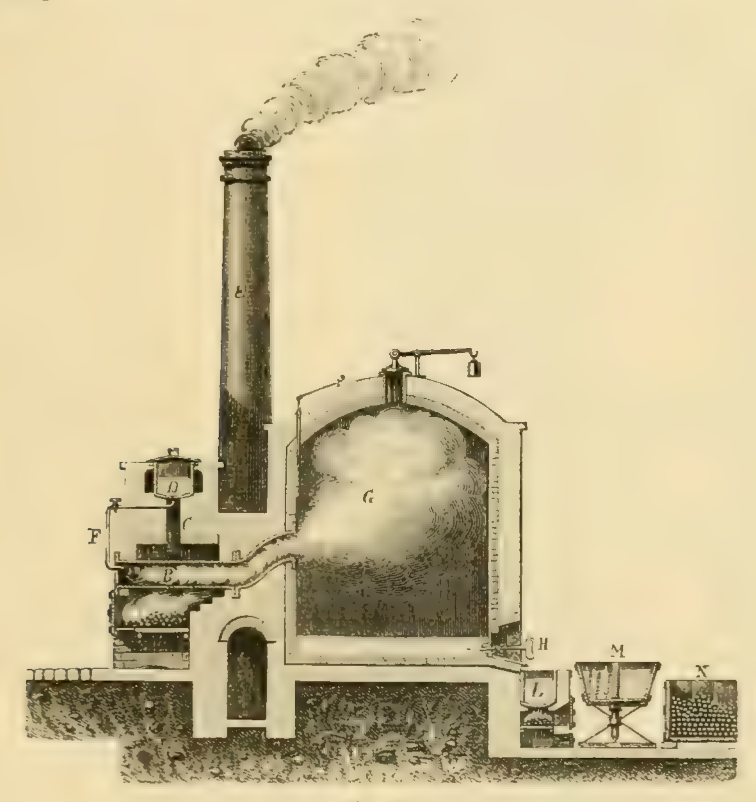


Fig. 250.

Eingeathmet, erzeugt beim Menschen die schwefelige Säure Reizung der Respirationswege, anhaltendes Husten, Eingenommensein des Kopfes, Kopfschmerzen, Zittern, Brustbeklemmungen und asphyktische Zustände. Häufig werden auch Augenaffectionen, besonders Conjunctivitis und Verdauungsstörungen beobachtet. Im Blute wird die schwefelige Säure in Schwefelsäure umgewandelt: gleichfalls schädlich wirkt die schwefelige Säure auch auf die Vegetation ein, Laubhölzer und Futterkräuter sind besonders während der Blütezeit gegen schwefelige Säure sehr empfindlich.

Mittel zur Unschädlichmachung sind: Absorption durch Wasser, Laugen, Kalkmilch u. s. w.: Bindung durch Metalloxyde (Eisenoxyd, Kupferoxyd), Oxydation zu Schwefelsäure durch Braunstein, Bleisuperoxyd in Coaksthürmen, Zersetzung durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff, wobei Schwefel ausgeschieden und Pentathionsäure gebildet wird etc.

Das Bleichen durch schwefelige Säure beruht auf einer directen Verbindung der schwefeligen Säure mit den Farbstoffen. Die zu bleichenden Gegenstände werden in befeuchtetem Zustande in sogenannten Schwefelkammern aufgehängt, sodann Schwefel in eisernen Schalen, welche am Boden dieser Kammern aufgestellt sind, verbrannt. Um die zum Fortbrennen des Schwefels erforderliche Luftmenge zuzulassen, befindet sich in der Thür der Kammer über dem Fußboden eine Schiebethür. Nach erzielter Bleichung muss die noch vorhandene schwefelige Säure vollständig entfernt werden, indem man die Schiebthür öffnet und die Kammer durch ein Rohr mit einem kräftig ziehenden Schornstein in Verbindung bringt; erst dann kann die Kammer durch Arbeiter betreten werden. Bei einem größeren Betrieb können durch die aus dem Schornstein entweichende schwefelige Säure die Anwohner und die umliegenden Culturen geschädigt werden. In solchen Fällen erscheint es nothwendig, die schwefelige Säure an ihrem freien Abgehen in die Atmosphäre zu hindern und zwischen Schornstein und Verbrennungsraum wirksame, die schwefelige Säure absorbierende Mittel derart anzubringen, dass die aus der Schwefelkammer abgesaugte Luft dieselben passieren muss.

Schwefelsäurefabrication.

Bei der fabriksmäßigen Bereitung der englischen Schwefelsäure entwickelt man schwefelige Säure entweder durch Verbrennen von Schwefel oder Rösten von kiesigen Erzen und führt das Gas, welches auch arsenhaltig ist, wenn Kiese verwendet werden, aus dem Schwefelofen (Fig. 251 *A* und *a*) mittelst der Röhre *B* zuerst in den sogenannten Etagenapparat und dann, gemengt mit überschüssiger Luft, in mehrere durch Bleiröhren verbundene Bleikammern, gewöhnlich fünf, von denen die mittlere die größte ist.

Man leitet zugleich auch Salpetersäure, und zwar entweder in flüssiger Form ein, wobei sie in der zweiten Bleikammer über terrassenförmig aufgestellte Schalen aus Steingut fließt (s. Fig. 251), oder dampfförmig; zu gleicher Zeit lässt man auch Wasserdampf in die Kammer eintreten. Dabei entsteht Schwefelsäure.

Indem die schwefelige Säure auf Kosten des Sauerstoffs der Salpetersäure sich dabei zu Schwefelsäure oxydiert, verwandelt sich die Salpetersäure in Untersalpetersäure. Die Untersalpetersäure zerfällt durch die Gegenwart von Wasser sogleich wieder in Salpetersäure und Stickstoffoxyd; das Stickstoffoxyd nimmt wieder Sauerstoff aus der Luft auf und verwandelt sich in Untersalpetersäure, wodurch immer wieder ein Antheil von Salpetersäure geliefert (regeneriert) wird, so dass man mit kleinen Mengen Salpetersäure große Mengen Schwefelsäure darstellen kann.

In den Bleikammern sammelt sich auf dem Boden verdünnte Schwefelsäure an; diese wird abgelassen und dann in flachen Bleipfannen eingedampft, bis sie so concentriert geworden ist, dass sie das Blei angreifen würde, worauf die weitere Concentration in Glasretorten oder Platinretorten geschieht.

Bei der Schwefelsäurefabrication ist die Darstellung der schwefeligen Säure besonders dann von großer sanitärer Bedeutung, wenn der Schwefel aus Kiesen (Pyriten) gewonnen wird. Die zur Schwefelsäuredarstellung verwendete schwefelige Säure ist dabei arsenhaltig und muss, bevor sie in die Bleikammern eingelassen wird, sowohl von

mechanisch mitgerissenen festen Substanzen (Flugasche), als auch von gas- und dampfförmigen Verunreinigungen gereinigt werden.

Hierzu dienen auch die sogenannten Flugstaubkammern. Es sind dies aus kalkfreien Steinen und Theermörtel hergestellte, mit Scheidewänden versehene Räume, in welchen die Circulation der Dämpfe verlangsamt und dadurch das Absetzen mitgerissener fremdartiger Theilchen ermöglicht wird. Am schwierigsten gelangt die arsenige Säure zur Ausscheidung. Um sie zurückzuhalten, steht vielfach die letzte Flugstaubkammer mit einer Condensationskammer in Verbindung, welche mit großen, durch einen Wasserdampfstrahl befeuchteten Coaksstücken gefüllt ist. Hier geben die durchgeleiteten Gase einen beträchtlichen Theil der arsenigen Säure und metallisches Arsen ab.

Das Ausräumen des Flugstaubes und die Verwendung des Coaks der Kammern bedarf wegen des Arsengehalts ganz besonderer Vorsicht; der verbrauchte Coaks sollte nicht als Brennmaterial verwendet, sondern durch Auslaugen mit Natron von Arsen befreit und die so erhaltene Arsenlösung entsprechend verwertet werden.

Die in der letzten Bleikammer befindlichen Gase und Dämpfe bestehen aus Stickoxyd, aus Untersalpetersäure und aus schwefeliger Säure. Sie entweichen nicht frei, sondern treten nahezu allgemein in die Gay Lussac'schen Coaksthürme (Fig. 248 *G*), durch welche concentrierte Schwefelsäure fließt, während die gasförmigen Stickstoff-

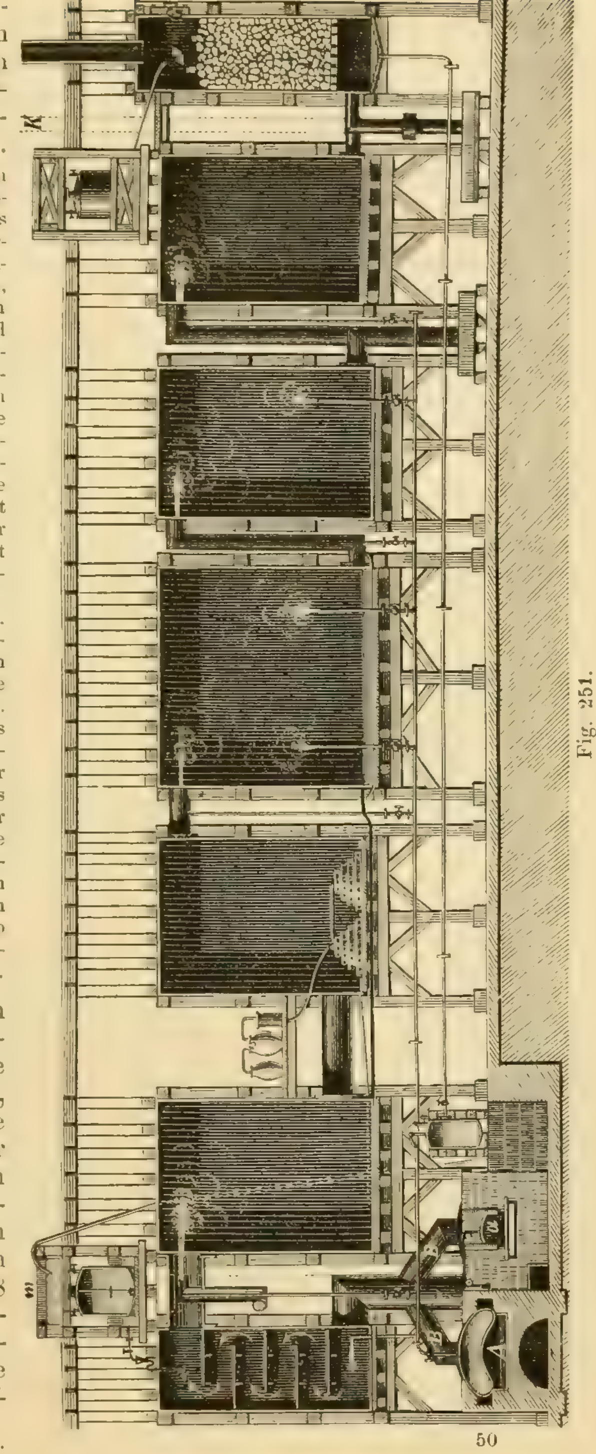


Fig. 251.

verbindungen, meist durch Abkühlung vorher von Wasserdampf befreit, aus den Bleikammern unten in den Thurm geleitet und bei dem Aufsteigen von der herabfließenden Schwefelsäure absorbiert werden. Diese salpetersäurehaltige Schwefelsäure gelangt in die Bleikammern zurück, um neue Mengen schwefeliger Säure zu Schwefelsäure zu oxydieren.

Durch den Gay-Lussac'schen Thurm werden zwar nur die stickstoffhaltigen Gase, nicht aber die etwa noch vorhandene schwefelige Säure zurückgehalten. Letztere findet sich aber unter den aus der Bleikammer austretenden Gasen nur dann, wenn der Wasserdampf und die Untersalpetersäure unzureichend waren. Die Concentrierung und Weiterverarbeitung der Kammersäure hat keine besondere sanitäre Bedeutung.

Es ist selbstverständlich, dass alle Undichtigkeiten des ganzen Schwefelsäure-Erzeugunsapparats sofort ausgebessert werden müssen, ferner dass die Aufbewahrung, Verpackung, Versendung, das Auf- und Abladen der concentrierten Schwefelsäure, das Umgießen aus größeren Gefäßen in kleinere mit großer Vorsicht geschehen muss, und dass hierzu zweckmäßige Gefäße und zum Umgießen Sicherheitsheber benutzt werden sollen. Platzt ein Schwefelsäure enthaltendes Gefäß, so muss die verschüttete Säure entweder mit viel Wasser stark verdünnt oder, wenn Wasser nicht schnell genug zu haben ist, mit Erde oder Kalksteinpulver bedeckt werden; die Magazine sollten stets auf einer säuredichten Unterlage stehen, welche etwa ausfließende Schwefelsäure auffängt.

Die Schwefelsäure des Handels ist sehr häufig arsenhaltig; während der Arsengehalt der aus sicilianischem Rohschwefel dargestellten Schwefelsäure so gering ist, dass er übersehen werden kann, enthält die aus Pyrit oder metallurgischen Nebenproducten gewonnene Schwefelsäure reichlich Arsen. Trotz Flug- und Condensationskammern ist doch der Gehalt der Pyritsäure an arseniger Säure immer noch bis 1·3 pro mille. Es liegt auf der Hand, dass die Schwefelsäure, welche bei der Fabrication technisch-pharmaceutischer Präparate (Weinsäure, Citronensäure) oder bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln (Essig, Kartoffelzucker, künstliche Säuerlinge, Dextrin) oder gewisser Gebrauchsgegenstände (Leim, Pergamentpapier) verwendet wird, kein Arsen enthalten soll.

Zu völliger Entfernung des Arsens aus der Schwefelsäure wenden die Fabriken am häufigsten Schwefelwasserstoff an. Das ausgefällte Schwefelarsen wird auf gelbes Arsenglas (Operment) verarbeitet.

Die rauchende Schwefelsäure (Nordhäuseröl) ist eine Auflösung wasserfreier Schwefelsäure in dem ersten Schwefelsäurehydrat, sie findet nur geringe Verwendung. Sie wird durch Erhitzen von calciniertem Eisenvitriol dargestellt. Durch die Calcination wird das Eisenvitriol in basisch-schwefelsaures Eisenoxyd übergeführt, und letzteres zerfällt bei höherer Temperatur in freiwerdende Schwefelsäure und rückbleibendes Eisenoxyd (Colcothar), außerdem entwickelt sich bei der Darstellung des Nordhäuseröls stets eine gewisse Menge von schwefeliger Säure, und zwar umsomehr, je weniger sorgfältiger die Calcination vorgenommen wurde. Wo die schwefelige Säure zu begründeten Klagen Anlass gibt, müsste man dieselbe dadurch unschädlich machen, dass man die Vorlagegefäße mit Einrichtungen in Verbindung bringt, durch welche die schwefelige Säure vor ihrem Austreten ins Freie oder in den Schornstein absorbiert, gebunden oder zerstört wird. Auch hier muss die vollkommene Dichtheit des Apparats und die Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaßregeln beim Verkehr mit der Säure gefordert werden.

Schwefelkohlenstoff.

Der Schwefelkohlenstoff findet gegenwärtig in der Technik eine ausgedehnte Verwendung. Seine fabriksmäßige Darstellung, Aufbewahrung und Verarbeitung hat eine sanitäre Bedeutung.

Bei seiner fabriksmäßigen Bereitung werden gusseiserne Cylinder (Fig. 252 *a*) mit Holzkohlen gefüllt und erhitzt. Zeitweise bringt man durch eine Röhre (Fig. 252 *c*) Schwefelstücke ein oder führt (was zur Vermeidung der Belästigung des Arbeiters durch die aus dem Rohre beim Eintragen des Schwefels aufsteigenden Dämpfe weit vortheilhafter ist) Dämpfe des trockenen Schwefels zu. Der Schwefel verbindet sich bei der Hitze der Retorte *a* mit der glühenden Kohle zu Schwefelkohlenstoff, welcher nebst Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sumpfgas und Schwefelwasserstoff in einen Condensationskasten *d* geleitet wird, in welchem die Dämpfe durch darin angebrachte Scheidewände gezwungen werden, sich schlangenförmig fortzubewegen, wodurch sich der Schwefelkohlenstoff leichter verdichtet und in dem am Boden des Condensationskastens befindlichen Wasser untersinkt. Die nicht verdichteten Gase entweichen durch ein zinnernes Rohr *e*, welches schlangenförmig durch ein Kühlfass geht, in einen zweiten Kasten, in dem sich der bisher noch

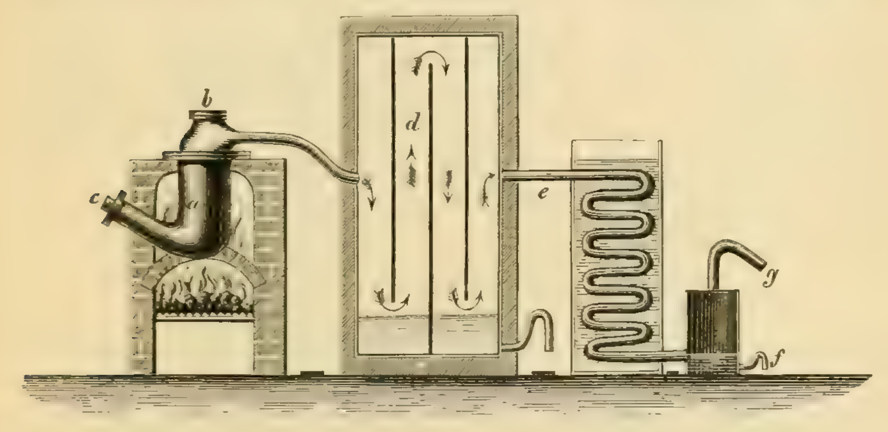


Fig. 252.

nicht verdichtete Schwefelkohlenstoff condensiert, während die übrigen Gase durch ein besonderes Rohr an der Decke des zweiten Sammelkastens *g* ausströmen, um in die Feuerung zu gelangen und daselbst verbrannt zu werden.

Damit die Gase ohne Gefahr der Explosion verbrennen können, legt man in die zur Feuerung abgehende Röhre ein Drahtbündel oder man verbindet das Ableitungsrohr mit einem viel weiteren Steingutrohr, das vertical in den zur Feuerung des Schornsteins führenden Canal eingemauert ist, wobei alle Dämpfe und Gase mit sehr viel Luft vermischt in die Feuerung gelangen. In satinärer Beziehung ist noch die Entfernung der Rückstände von Kohle und Schwefel aus den Retorten von Wichtigkeit, da hierbei, namentlich, wenn die Retorten noch heiß sind, sehr viel Gestank entsteht und Arbeiter und Anwohner belästigt und gefährdet werden. Vor Allem sollte dafür gesorgt sein, dass die Ausleerung stets erst nach vollständiger Abkühlung der Retorten in luftigem Local erfolgt.

Man hat auch versucht, die Retorten so einzurichten, dass sich deren Rückstände nach Beendigung des Processes in einem freien Raum, also wie in einem Aschenfall ansammeln.

Die Aufbewahrung des Schwefelkohlenstoffs, seine Versendung ist gefährlich. Schwefelkohlenstoff entwickelt sehr leicht Dampf, ist leichter als Äther entflammbar, explodiert mit Luft oder Sauerstoff gemischt. Eine schwefelkohlenstoffhaltige Luft erzeugt anfangs Kopfschmerzen, Schwindel, schwankenden Gang, Schwere und Kältegefühl in den Beinen, bewirkt Ekel, Erbrechen, schmerzhaften Stuhl und Verdauungsstörungen, verursacht Jucken

und Kribbeln an den Händen, erhöhte Empfindlichkeit der Haut, alteriert das Nervensystem, ruft Schlaflosigkeit, selbst Manie hervor. Dann folgt das Stadium der Depression, die sich durch Anästhesie der Haut, Gedächtnisschwäche, Muskelschwäche, Verlust des Coordinationsvermögens äußert.

Die Verwendung des Schwefelkohlenstoffs findet statt zur Kautschukfabrication und zur Extraction der Fette, Harze, Öle u. s. w.

Es muss als Grundsatz aufgestellt werden, dass der Schwefelkohlenstoff in Fabriken, wo er in großen Mengen verwendet wird, sich stets in vollständig geschlossenen Gefäßen befinde, dass das Umleeren desselben immer durch Luftdruck stattfinde, dass alle Fabrikslocalitäten sorgfältig ventiliert werden. Selbstverständlich darf das Entleeren der Schwefelkohlenstoffgefäße nicht bei Flammenbeleuchtung vorgenommen und kein Local, in welchem Schwefelkohlenstoff zur Verdampfung kommen kann, ohne Vorsicht betreten werden.

Schwefelwasserstoff.

Industrielle Verwendung findet der Schwefelwasserstoff bei der Reinigung der rohen Schwefelsäure von Arsen und bei der Schwefelregenerierung aus den Sodarückständen Bei der Entschwefelung der Sodarückstände wird meist das als Nebenproduct abfallende Schwefelwasserstoffgas verwendet.

Der Schwefelwasserstoff entsteht bei sehr vielen industriellen Processen, namentlich bei der metallurgischen Verarbeitung der Erze, beim Kochen des vulcanisierten Kautschuks, bei der Leuchtgaserzeugung, in Stärke-, Zucker-, Malz-, Schwefelkohlenstoff-, Leder-, Dünger-, Ammoniak-, Berlinerblau-, Soda-, Spodium-, Paraffin-, Petroleum-, Ultramarin-, Zündhölzchenfabriken etc., beim Flachs- und Hanfrösten und überhaupt bei der Fäulnis organischer Körper.

Er gefährdet in hohem Grade die Gesundheit. Bei allen Betrieben muss auf seine Beseitigung Bedacht genommen werden.

Über die Vergiftungserscheinungen s. unter Canalisation.

Salpetersäure.

Die Salpetersäure wird durch Zersetzen von Natronsalpeter mit Schwefelsäure und Condensation der hierbei sich bildenden Dämpfe in großen, abgekühlten Steinzeuggefäßen erhalten. Je größer die Zahl der letzteren ist, desto vollkommener erfolgt die Verdichtung.

In sanitärer Beziehung muss bei der Salpetersäurefabrication die Einrichtung getroffen sein, dass weder die Beschickung des Zersetzungsapparats mit frischem Rohmaterial, noch die Herausnahme der Rückstände nach beendeter Operation belästigend sich erweise.

In vielen älteren Fabriken dienen zur Erzeugung von Salpetersäure gusseiserne Kessel, die an ihrer oberen Wand eine einzige weite Öffnung haben, durch welche sowohl der Natronsalpeter als die Schwefelsäure eingebracht wird; dabei entwickeln sich massenhaft saure Dämpfe, denen der Arbeiter während der ganzen Zeit der Beschickung ausgesetzt ist.

In neuerer Zeit wird die Salpetersäureerzeugung in Cylindern von Gusseisen (Fig. 253) vorgenommen und nach stattgefundener Eintragung des Salpetersalzes mittelst eines S-förmigen Trichterrohres die Schwefelsäure in die Retorte eingegossen und bei Beginn der Operation die Öffnung, durch welche der Trichter gesteckt wird, mit Thon verdichtet.

Um nach beendetem Processe das flüssige Natriumsulfat ausleeren zu können, bringt man in neuerer Zeit am unteren Theile des Cylinders ein Ausflussrohr an, welches während des Betriebes sorgfältig gedichtet ist. Es muss weiters für eine vollständige Dichtigkeit der Apparate gesorgt werden. In dieser Beziehung ist es besonders wichtig, dass alle

Gasabzugsröhren eine genügende Weite haben; bei zu engen Leitungsröhren wird die Dampfspannung im Apparate so groß, dass saure Gase austreten und in hohem Grade Arbeiter und Anwohner belästigen.

Ferner soll für eine vollständige Condensation aller sauren Dämpfe gesorgt sein.

Zu diesem Zwecke leitet man in vielen Fabriken die Gase aus der letzten Vorlage in Apparate, die dem Gay-Lussac'schen Coaksthurme ähnlich sind, und gewinnt so die noch etwa entweichende Untersalpetersäure. Wo man den Coaksthurm nicht benutzen kann oder nicht benutzen will, sollten für die Unschädlichmachung der austretenden Gase absorbierende

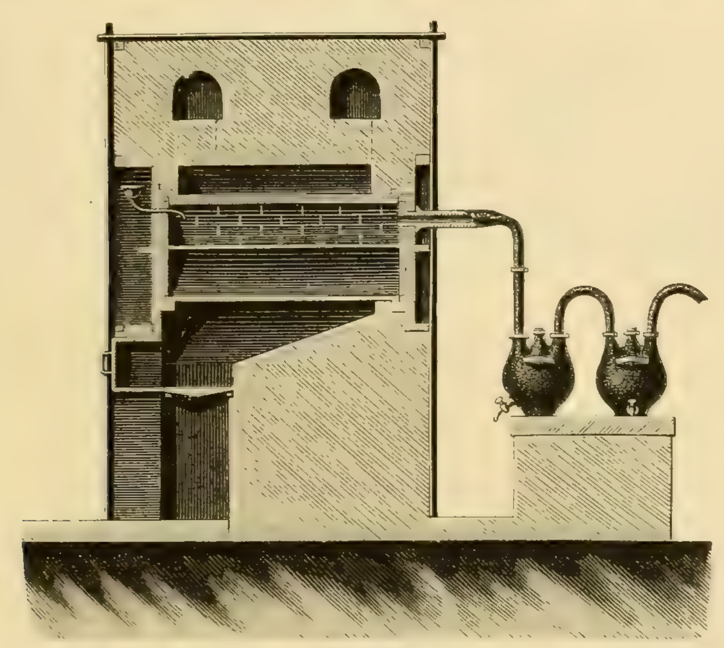


Fig. 253.

Mittel (Bleiglätte, Soda) in Anwendung kommen; die in den Vorlagen nicht absorbierten sauren Dämpfe in die Feuerung zu führen, ist zwecklos.

Die Aufbewahrung der Salpetersäure und der Verkehr mit Salpetersäure erfordern die gleiche Vorsicht, wie bei der Salz- oder Schwefelsäure.

Die Verwendung der Salpetersäure in der Industrie ist eine fortwährend an Ausdehnung zunehmende. Sie dient zur Darstellung der Schwefelsäure, der Pikrinsäure, des Nitrobenzols, des Nitroglycerins, der Nitrocellulose, der salpetersauren Metalle, des Königswassers, zum Bleichen und Härten des Talges, als Beize beim Vergolden von Kupfer, Messing, Bronze, zur Bereitung der Secretage der Hutmacher, als Reservage in der Färberei, zum Ätzen von Kupfer, Stahl und Stein, zur Darstellung der Eisenbeize, zum Zugutemachen der Krätze (des Kehrichts der Goldarbeiterwerkstatt) u. s. w.

Bei der industriellen Verwendung der Salpetersäure findet in der Regel eine Zersetzung derselben statt, und durch diese Zersetzung bilden sich verschiedene stickstoffhaltige Gase und Dämpfe, die eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Organismus äußern. Unter den verschiedenen

Stickstoffsäuren wirkt die salpeterige Säure am schädlichsten auf die Respirationsorgane ein. Sie ist von außerordentlich reizender Wirkung auf die Schleimhaut der Nase, der Bronchien und der Trachea und bedingt die Absonderung eines wässerigen, gelblichen Schaumes, der die feineren Bronchialverzweigungen rasch ausfüllt und einen anstrengenden Husten, und bei heftiger Einwirkung acutes Lungenödem, Erstickung und Asphyxie veranlasst. Ähnlich der salpeterigen Säure wirkt auch die Untersalpetersäure und die unzersetzte Salpetersäure auf den Organismus. Auf die Pflanzen wirken die Stickstoffsäuren ebenfalls schädlich ein, und zwar einerseits durch ihre ätzenden Eigenschaften und weiter durch die Fähigkeit, die Chloride der Pflanze zu zersetzen und Chlor frei zu machen, welches das Chlorophyll zerstört und die Blätter bleicht.

Die Gefährlichkeit der Dämpfe der Salpetersäure, Untersalpetersäure und der salpeterigen Säure, sowie auch des ähnlich wirkenden Stickoxydes macht es nothwendig, dass alle Operationen der Industrie, bei welchen diese Dämpfe in größerer Menge zur Entwickelung kommen, unter Anwendung von Schutzmaßregeln stattfinden. Solche sind: Separierung jener Räume, in denen mit Salpetersäure manipuliert wird, von den übrigen Fabrikslocalitäten, ferner eine kräftige Ventilation der Werkstätten, rascher Abzug der sich entwickelnden Dämpfe durch Essen, dichter Verschluss aller Apparate, welche Salpetersäure enthalten u. s. w.

Achtes Capitel.

Verwendung der Kohle und die Theerindustrie.

Russfabrication.

Der Russ wird zur Bereitung der Druckerschwärze, der chinesischen Tusche, der schwarzen Lacke u. s. w. verwendet; durch Verbrennen von harzreichem Holz oder von Harzen, fetten und ätherischen Ölen, Theerderivaten u. s. w. wird er fabriksmäßig dargestellt.

Man bedarf deshalb dazu besonderer Apparate, die es ermöglichen, die Sauerstoffzufuhr je nach Bedarf zu regeln und den Russ aufzufangen. Aus den Russfabriken treten die bei der unvollkommenen Verbrennung entstehenden Gase als Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas, Leuchtgas, schwefelige Säure, Blausäure, Ammoniak, Acetylen und als flüssige Kohlenwasserstoffe verschiedener Art mit Wasserdampf gemengt auf. Dieses Gasgemisch ist sehr stinkend und kann die Umgegend gefährden und belästigen. Wollte man dieses Gasgemisch der Feuerung zuleiten, um es daselbst zu verbrennen, so droht die Gefahr, dass die Russkammer selbst in Brand gerathe. Die bei der Russfabrication entstehenden Gase und Dämpfe gelangen deshalb in der Regel ins Freie.

Aus diesem Grunde und ferner mit Rücksicht auf den Umstand, dass selbst bei der besten Einrichtung der Russtaub beim Sammeln und Verpacken des Fabricats, beim Beschicken und Entleeren der Ausglühgefäße unvermeidlich ist und sich weithin in der Umgebung vertheilt, dürfen diese Etablissements nur bei entsprechend isolierter Lage geduldet werden.

Die in den Russfabriken beschäftigten Arbeiter leiden an einer Hautkrankheit, welche der Einwirkung des im Russ enthaltenen Naphthalins zugeschrieben wird. Am häufigsten erkranken Jene, welche die Verpackung des Russes in Fässer mit den Füßen zu besorgen haben. Bei diesen Arbeitern findet man häufig Vereiterung der Talgdrüsen zwischen den Fußzehen, am Schenkel und an den äußeren Genitalien, die zu langwierigen Geschwürprocessen führen. Das Einstampfen kann ebensogut durch Instrumente besorgt werden.

Theergewinnung.

Der Theer wird theils als Nebenproduct bei der Leuchtgasfabrication (s. dort) gewonnen, theils werden zu seiner fabriksmäßigen Darstellung bituminöse Felsarten, Torf, Braunkohle, der trockenen Destillation unterworfen. In letzterem Falle werden die gasförmigen Producte häufig ohneweiters frei in die Atmosphäre gelassen. Das Gleiche gilt bezüglich der trockenen Destillation des Holzes zum Zwecke der Holzessig- und Holzkohlenfabrication.

Theerfabriken sind wegen der Unmöglichkeit, die Belästigungen der Anwohner ausreichend zu vermeiden, nur bei genügend isolierter Lage zu concessionieren.

Der Theer stellt das Rohmaterial für die Fabrication vieler wichtiger Artikel dar. Ohne weitere Verarbeitung dient Theer zur Erzeugung der Dachpappe und zur Erzeugung der Asphaltröhren, zum Anstrich von Holz, Metall, Mauerwerk u. s. w.

Zur Darstellung von Leucht- und Schmierölen, zur Fabrication von Paraffin, Benzin, Naphtalin, Anilin, Carbolsäure, Kreosot u. s. w. wird der von seinem Condensationswasser befreite Theer einer fractionierten Destillation unterworfen. Es geschieht das in den Theerraffinerien.

Auch bei Theerraffinerien ist eine Belästigung der Anwohner unvermeidlich. Die sauren und sonstigen Abfallwässer dürfen nicht frei abfließen, sondern sollen zuvor mit Kalk versetzt oder in anderer Art entsprechend gereinigt werden. Hervorzuheben ist noch, dass die Arbeiter in Theerraffinerien häufig von Hautkrankheiten (Theerkrätze) befallen werden, und dass deshalb denselben Gelegenheit geboten werden soll, sich durch Bäder und sorgsame Hautpflege in dieser Beziehung zu schützen.

Petroleumraffinerien.

Das rohe Petroleum muss, ehe es zu Leuchtzwecken dient, raffiniert, d. h. von den flüchtigen, überaus leicht entzündbaren Kohlenwasserstoffen befreit werden. Es geschieht das durch fractionierte Destillation und Behandlung der Destillationsproducte mit Natron, Schwefelsäure und Wasser.

Die Rückstände der Petroleumraffinerien und die schwerer flüchtigen Stoffe der fractionierten Destillation des Rohpetroleums werden auf Paraffin, Schmieren u. s. w. verarbeitet.

In der Nähe menschlicher Wohnorte wird man Petroleum-Rectifications-Anstalten wegen des beim Betrieb derselben unvermeidlichen Ge-

ruchs und der großen Feuersgefahr nicht zulassen. Ferner sind die flüssigen sauren und ölhaltigen Abgänge wegen Inficierung des Bodens, der Brunnen und des fließenden Wassers von Bedeutung.

Bezüglich der Aufbewahrung des rohen Petroleums hat sich das Theerhofsystem bewährt. Der Theerhof muss ganz isoliert von der Stadt liegen und zur Aufbewahrung sämmtlicher feuergefährlicher Substanzen dienen. Der Stadt dürfen nur solche Flüssigkeiten zugeführt werden, die unter 39° keine gefährlichen Gase und Dämpfe entwickeln; von denjenigen feuergefährlichen Waren, die erst über 39° entzündliche Gase entwickeln, dürfen nur geringe Quantitäten auf Lager gehalten werden.

Benzol- und Nitrobenzol, Anilinöl.

Das in den Theerraffinerie-Anstalten gewonnene Benzin (im Handel auch Benzol genannt) ist ein Gemenge von Benzol, Toluol und Xylol, eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit, deren Dämpfe beim Menschen Taumel, Eingenommensein des Kopfes, Zittern und Zuckungen, Ohrensausen, Dyspnoë und Anästhesie bewirken.

Das Nitrobenzol wird durch Einwirkung von Salpetersäure auf Benzol dargestellt. Die Apparate sollen weder Dämpfe von Benzol oder von Salpetersäure, noch von Nitrobenzol ins Freie gelangen lassen.

Die beim Waschen des rohen Nitrobenzols mit Wasser sich ergebenden Waschwässer sind wegen ihres Gehalts an Salpetersäure, Pikrinsäure, Blausäure, Benzoësäure, welche Stoffe bei der Nitrierung des Benzols gleichzeitig mit dem Nitrobenzol entstehen, für benachbarte Brunnen gefährlich. Ihr Abfluss in Schwemmcanäle kann nach ihrer Neutralisation mit Kalk, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, zugelassen werden.

Die Dämpfe des Nitrobenzols erzeugen Taumel und schlafsüchtige Zustände. Das Nitrobenzol, innerlich genommen, wirkt giftig. Es hat einen Bittermandelgeruch und wird außer zur Anilinfabrication auch in der Parfümerie als Essence de Mirbane, namentlich zum Parfümieren der sogenannten Mandelseife, zur Verfälschung von Oleum amygdalarum aeth., dann zur Darstellung von Persicoliqueuren verwendet.

Die fabriksmäßige Erzeugung von Anilinöl geschieht durch Reduction von Nitrobenzol mit Essigsäure (mitunter mit Salzsäure) und Eisen. Zu dieser Operation benutzt man verschiedene Apparate, durch welche die Nitrobenzol- und Anilindämpfe zurückgehalten werden.

Das Einathmen der Anilindämpfe verursacht sehr erhebliche Gesundheitsstörungen.

Durch Anilinöl, das leicht Dämpfe abgibt, kann eine acute und eine chronische Anilinvergiftung eintreten. Die acute Vergiftung tritt bei solchen Arbeitern ein, welche in unvorsichtiger Weise Destillierblasen, in denen Anilin verarbeitet wird, öffnen oder das Umfüllen des Anilinöls aus einem Gefäße ins andere unachtsam verrichten. Athmet hierbei der Arbeiter plötzlich große Mengen von Anilindampf ein, so stürzt er in kurzer Zeit zu Boden, die Haut wird kalt, blass, das Gesicht cyanotisch, der Athem verlangsamt, die Sensibilität wird vermindert und schließlich ganz aufgehoben, so dass der Tod erfolgen kann. Ist die Einathmung der Anilindämpfe eine mäßige, so klagt der Arbeiter über Hustenreiz, Abnahme des Appetits, Kopfschmerz, Schwindel, große Abgeschlagenheit und Schwäche, allmählich werden diese Erscheinungen schwächer und endlich tritt Genesung ein. Auch bei einer chronischen Vergiftung treten sehr erhebliche

Störungen, insbesondere heftiger Kopfschmerz, schweres Athmen, Circulationsstörungen, Zittern, Zuckungen, Ameisenkriechen, Muskelschwäche, die oft bis zur ausgesprochenen Parese der Hände und Füße sich steigert, ein. Anilin, innerlich genommen, wirkt schon in kleinen Dosen giftig.

Carbolsäure (Phenol).

Aus dem Theer wird durch Destillation die Carbolsäure erhalten; die letzte Reinigung der Carbolsäure geschieht durch Umkrystallisieren.

Die Carbolsäure ist giftig. Das Manipulieren mit carbolsäurehaltigen Substanzen erzeugt Hautausschläge. Bei der äußerlichen Application von unreiner Carbolsäure sind wiederholt tödtlich ablaufende Vergiftungen beobachtet worden. Durch Carbolsäuredämpfe stellen sich bei Menschen Kopfschmerzen, Schwindel, Betäubung, gestörtes Bewusstsein, unregelmäßige Respiration, frequenter, schwacher Puls, Collapsus u. s. w. ein. Auch auf die Vegetation wirkt die Carbolsäure giftig. Carbolsäurehaltige Abwässer sollen nur in größere Wasserläufe abgelassen werden.

Theerfarben.

Für die Bereitung der Theerfarben stellt der Steinkohlentheer, der in den Theersiedereien durch Destillation und andere Operationen in die Rohmaterialien, Benzol, Toluol, Xylol, Naphthalin, Phenol, Kresol u. s. w. zerlegt wird, das Ausgangsmaterial dar.

Die Farbenfabriken verarbeiten sodann diese genannten Producte in Zwischenproducte und Farbstoffe.

Aus Benzol und Toluol entsteht durch Nitrierung Nitrobenzol und Nitrotoluol; diese Zwischenproducte des Handels werden durch Reduction in Amidobenzol (Anilin) und Toluidin übergeführt (Anilinöl des Handels).

Bei der Oxydation eines Gemisches von Anilin und Toluidin entsteht das Rosanilin, von welchem die Anilinfarben sich ableiten (Trimethylmethanderivate).

Das aus dem Naphthalin ($C_{10}H_8$) hergestellte Naphthol $C_{10}H_7 . OH$ verbindet sich mit dem aus Anilin durch salpeterige Säure erhaltenen Diazobenzolchlorid ($C_6H_5 N = NCl$) zu einem Azofarbstoff.[1])

Die durch Oxydation von Naphthalin als Zwischenproduct erhaltene Phthalsäure $\left(C_6 H_4 \begin{matrix} \diagup CO_2H \\ \diagdown CO_2H \end{matrix}\right)$ = Orthobenzoldicarbonsäure, vereinigt sich mit dem Resorcin ($C_6H_4[OH]_2$) zu dem **Fluorescin**: diese Farbstoffe werden als **Phthaleïne** bezeichnet.

Das Alizarin ($C_{14}H_8O_4$), der in der Krappwurzel als Ruberythrinsäure enthaltene Farbstoff, entsteht bei fabriksmäßiger Herstellung meist aus der Anthrachinondisulfosäure durch Schmelzen mit Kalihydrat und gibt die **Anthracenfarben**.

Außerdem kommen noch die Safranine, Indamine und Indophenole in Betracht.

Nach ihren Eigenschaften spricht man von sauren Farbstoffen (Pikrinsäure, Orange, Ponceau, Nitrofarbstoffe); von basischen (Fuchsin, Methylenblau, Gentiana, Bismarckbraun u. s. w.) und indifferenten (Indigo).

Man theilt die Theerfarbstoffe nach ihrer chemischen Constitution ein, indes man früher meist nach den Farben die Gruppierung vornahm.

Wichtig sind:

Die Nitrofarbstoffe: Pikrinsäure, Safransurrogat (Dinitrokreosot), Martiusgelb, Naphtholgelb, Aurantia, Brillantgelb.

Die Azofarbstoffe: Anilingelb, Bismarckbraun, Congo-Echtgelb, Echtroth, Orange, Ponceaux, Tropäoline, Wollschwarz.

---

[1]) Azo- und Diazokörper enthalten die Gruppe N_2, welche bei ersteren mit zwei, bei letzteren nur mit einem Benzolkern verbunden ist. Die Azoverbindungen stellen gewissermaßen den Übergang von den Nitrokörpern zu den Amiden dar.

Die eigentlichen **Anilinfarben**: Fuchsin, Malachitgrün, Methylviolett.
Die **Rosolsäurefarben**: Corallin, Rosolsäure, Päonin.
Die **Phthaleïne**: Eosin, Erythrosin, Phloxin.
Die **Anthracenfarbstoffe**: Alizarin, Alizarinblau und -Orange.
Der **Indigo**.
Das **Indophenol** und **Methylenblau**.
Die **Azine**: Safranin und Magdalaroth.
Das **Anilinschwarz**.

Von den Theerfarben sei hier zunächst das Fuchsin, der Hauptrepräsentant der Anilinfarben, von welchen dann die übrigen sich ableiten, genannt.

a) Anilinfarben. Das **Anilinroth**, Fuchsin, wird meist durch Behandeln von Anilinöl mit Arsensäure gewonnen. Man erwärmt einen Gewichtstheil Anilinöl mit zwei Gewichtstheilen syrupdicker Arsensäure 4 bis 5 Stunden bei einer 190° nicht übersteigenden Temperatur in eisernen Retorten oder in Kesseln.

Bei dieser Operation entwickeln sich Anilindämpfe, welche etwa beim Schmelzen in einfachen gusseisernen Kesseln die Arbeiter schädigen können, doch wird jetzt meist die Schmelzung in Retorten vorgenommen, deren Hals mit einem außerhalb des Kesselraumes in einem separierten Raume aufgestellten Kühlapparat verbunden ist. Am untersten Theile der Retorte soll eine mit einem Verschlusse versehene, nach abwärts mündende Abzugsröhre angebracht sein, um daraus nach beendeter Schmelzung die Rohschmelze ausfließen zu lassen; das bei offenen Kesseln nothwendige Herausschöpfen der Rohschmelze, eine höchst gefährliche Manipulation für den Arbeiter, wird damit umgangen.

Das Pulverisieren der erstarrten Rohschmelze muss wegen des stark arsenhaltigen Staubes in geschlossenen Apparaten vorgenommen, überhaupt die Arbeiter mit Respiratoren versehen werden.

Die Rohschmelze besteht aus arsensaurem Rosanilin, aus freier arseniger und Arsensäure, sowie aus Rückständen, welche man als „harzige Materien“ bezeichnet. Wird das arsensaure Rosanilin derselben in salzsaures Rosanilin verwandelt, so erhält man das Fuchsin oder Anilinroth. Um diese Umwandlung zu bewirken, wird die Schmelze in Wasser gelöst, von den harzartigen Stoffen durch Filtration befreit und die Flüssigkeit in Reservoirs aus Eisenblech abgelassen. Durch Zusatz von Kochsalz und Einleiten von Dampf wird aus der Flüssigkeit salzsaures Rosanilin abgeschieden.

Sehr häufig hat man sowohl die flüssigen wie festen Abgänge der Fuchsinbereitung, welche alle stark arsenhaltig sind, den Flüssen übergeben; es ist dies unzulässig, zumal es ein Verfahren gibt, um alle Gefahren durch Abgänge zu beseitigen. Man behandelt die Rückstände mit Kalk oder Dolomit, wobei arsenigsaure und arsensaure Kalksalze gefüllt werden. Der Kalkniederschlag wird am besten in Arsenikhütten auf Arsenpräparate verarbeitet. Im Regierungsbezirke Düsseldorf haben die Fabrikanten ein Consortium gebildet, welches für die Regeneration der arsenikalischen Rückstände eine besondere Fabrik errichtet hat.

Der widerlich süße Geruch, den alle Anilinfarbenfabriken verbreiten, wird für die Anwohnerschaft sehr belästigend bleiben, weshalb solche Etablissements womöglich nicht innerhalb der Stadt zugelassen werden sollten. Zur Abwendung von Nachtheilen für die Gesundheit der Arbeiter ist die Einrichtung von Bädern, die Herstellung besonderer Garderoben für den Kleiderwechsel während der Arbeit von großem Nutzen. Zu verbieten ist das Essen, Trinken und Rauchen in den Arbeitslocalitäten.

Die aus der Verwendung der Arsensäure beim Betriebe der Anilinfabriken und beim Consum des Fuchsins resultierenden Übelstände gaben zu dem Streben Anlass, auf anderem Wege und mit anderen Mitteln die Anilinfarben darzustellen. Die in dieser Beziehung theilweise in Ausführung gekommene Fabrication von Anilinroth mittelst Quecksilbersalzen ist jedoch als kein sanitärer Fortschritt anzusehen. Freilich lässt sich das fertige Product leichter als bei dem Arsenverfahren vom Quecksilbersalz befreien. Bei dem Coupier'schen Verfahren (wo statt Arsensäure Eisenchlorid und Salzsäure, bei Gegenwart von nitrotoluolhaltigem Nitrobenzol auf Anilinöl verwendet wird) und bei dem Nicholson'schen Verfahren (bei dem statt Arsensäure Salpetersäure in Anwendung kommt) werden aber die durch das Arsen bedingten Gefahren der Fuchsinbereitung gänzlich vermieden. Es wäre zu wünschen, dass diese die Arsensäure gänzlich umgehenden Methoden allgemein zur Anwendung kämen.

Das Fuchsin bildet den Ausgangspunkt zur Darstellung der meisten übrigen Anilinfarben.

b) Die Rosolsäure wird durch Erhitzen eines Gemenges von Carbolsäure, Oxalsäure und Schwefelsäure dargestellt. Die hierbei mit Phenol reichlich geschwängerten Dämpfe müssen zum Schutze der Arbeiter sorgfältig abgeleitet werden. Sobald die erhitzte Masse hinlänglich stark gefärbt ist, wird sie mit Wasser so lange ausgekocht, bis aller Phenolgeruch verschwunden ist. Durch das siedende Wasser wird Schwefelsäure und Phenylschwefelsäure entfernt; diese Abfallwässer können nur in große Flüsse direct abgelassen werden, in kleine Wasserläufe nur nach ihrer Reinigung von Phenol. Reine Rosolsäure ist nicht giftig, doch ist sie häufig mit Carbolsäure verunreinigt. Gewerbliche Verwendung findet die Rosolsäure hauptsächlich zur Darstellung des Corallins (Aurin), eines Farbstoffs, der durch Behandeln der Rosolsäure mit Ammoniak und Ausfällen mit Salzsäure entsteht.

c) Die Pikrinsäure wird im Großen fast ausschließlich durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Carbolsäure in Glasretorten erhalten. Es treten hierbei Dämpfe von salpeteriger Säure und Blausäure auf, welche durch Absorptionsmittel zu beseitigen oder in die Feuerung zu leiten sind. Bei zu starker Erhitzung kann Entzündung der ganzen Masse stattfinden. Durch Umkrystallisieren wird die Pikrinsäure gereinigt. Da die hierbei entstehenden Mutterlaugen und Abfallwässer säurehaltig sind, so sollten sie stets vor dem Ablassen durch Kalk neutralisiert werden.

Die Pikrinsäure ist giftig, schmeckt außerordentlich bitter und explodiert bei raschem und starkem Erhitzen. Beim Verdampfen der Pikrinsäurelösungen wird Pikrinsäure mechanisch mit den Wasserdämpfen mitgerissen und verbreitet sich in dem Local. Die Haut der Arbeiter färbt sich zeisiggelb. Diejenigen, die in diesen Localitäten fortwährend beschäftigt sind, leiden an Appetitlosigkeit und deren weiteren Folgen. Bei Pikrinsäurefabriken ist deshalb eine ausgiebige Ventilation, die Ableitung und Condensation aller Dämpfe, das strenge Einhalten des Verbotes, in den Arbeitslocalitäten zu essen, zu rauchen, Reinlichkeit u. s. w. von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Pikrinsäure wird zum größten Theile in der Woll- und Seidenindustrie und bei der künstlichen Blumenfabrication als Färbemittel verwendet. Der Abfluss der Abwässer in Canäle oder in große Wasserläufe kann, wenn nicht besondere Umstände dagegen sprechen, gefahrlos gestattet werden. Mit Pikrinsäure gefärbte Kleiderstoffe sind sehr leicht entzündlich und rasch verbrennlich.

Pikrinsäure wird, obwohl sie ein Gift ist, als Hopfensurrogat dem Biere, bitter schmeckenden Brantweinen und Liqueuren, und beim Gelbfärben den Conditorwaren zugesetzt.

Die Pikrinsäure dient weiter zur Darstellung der explosiven, pikrinsauren Salze, welche als Sprengmittel u. s. w. verwendet werden.

d) Das Naphthalin wird in ähnlicher Weise in Naphthylamin verwandelt, wie das Benzol in Anilin.

Aus dem Nitronaphthalin direct und aus der durch Behandlung des Naphthalins mit Salpetersäure sich bildenden Phthalsäure hat man die oben genannten Phthaleïne dargestellt.

Die sanitären Gesichtspunkte betreffs der Naphthalinfarben-Erzeugung sind demnach jener bezüglich der Anilinfarben analog (s. dort).

e) Das Anthracen wird auf Alizarin und Purpurin verarbeitet. Hierbei kommen chromsaures Kali, rauchende Schwefelsäure und Natronlauge in Anwendung. Durch die Einwirkung dieser Reagentien bildet sich einerseits schwefelige Säure und Salpetersäure — Dämpfe, deren zweckmäßige Beseitigung bei rationeller Anlage vollständig gelingt — andererseits Waschwässer, die sehr reich an schwefelsauren, schwefeligsauren und an Chromsalzen, sowie an Farbstoffen sind und deshalb nicht unter allen Umständen frei zum Abfluss oder zum Versickern zugelassen werden dürfen. Diese Abwässer lassen sich auf Chromalaun verarbeiten oder zur Regeneration von Kaliumchromat benutzen. Im Übrigen bietet die Alizarinindustrie in sanitärer Beziehung keine besonderen Bedenken dar.

Von reinen Anilinfarben scheinen das Naphtholgelb *S*, sowie einige zur Weinfärbung benutzte Azofarbstoffe (Cazeneuve und Lépine), ferner Orange, Ponceau, *R*, Pourpre, Jaune solide, Fuchsin, Anilinfarben, Eosin, Erythrosin (Grandhouse), Buttergelb, ungiftig zu sein.

Giftig sind die Pikrinsäure und ihre Salze, ferner Martiusgelb, Safranin, Methylenblau (Cazeneuve und Lépine) und Dinitrobenzol (Th. Weyl).

Die Giftigkeit von Arsenfarben rührt in manchen Fällen von dem Arsengehalte her, z. B. bei dem Fuchsin, oder sie beruht auf der Verwendung arsenhaltiger Beizen.

Neuntes Capitel.

Textilindustrie.

Die Flachs- und Hanfrotte.

Flachs und Hanf werden bei der Verarbeitung zuerst geriffelt, d. h. durch einen groben, eisernen Kamm von den Samenkapseln befreit. Hierauf folgt das Rotten oder Rösten.

Man unterscheidet eine Luft- oder Landrotte und eine Wasserrotte. Bei der ersteren werden die Materialien auf Feldern ausgebreitet, bei der letzteren werden die Pflanzen unter Wasser gehalten. Durch das Rotten wird das Pflanzengewebe durch einen Fäulnisprocess gelockert und durch Auflösung der Zwischensubstanzen Eiweiß, Harz frei gelegt. Die Fäulnisgase und Producte verpesten weithin die Luft und verderben das Wasser.

Es ist dahin zu wirken, dass das Rotten nicht in der Nähe von Wohnungen oder öffentlichen Wegen stattfinde; dass die flüssigen Abgänge der Verrottung weder in Teiche noch in kleine Wässer gelangen,

und dass die Grube alljährlich gereinigt werde. Die aus den Rottgruben abfließenden Wässer können mit Vortheil zur Wiesenbewässerung verwendet werden.

In neuerer Zeit ist es gelungen, auf künstlichem Wege das Rösten oder Rotten vorzunehmen, wenn man in besonderen Bottichen mit reinem warmen Wasser oder mit Wasser, dem Blutserum, Bierhefe oder auch Schwefelsäure oder Lauge zugesetzt sind, die Materialien 60 bis 90 Stunden stehen lässt. Auch hier entwickeln sich, und zwar wegen der Schnelligkeit, mit der der Fäulnisprocess verläuft, massenhaft stinkende Gase oder doch in hohem Grade mit Zersetzungsstoffen geschwängerte Abwässer.

In Flachsröstfabriken muss deshalb für eine möglichst vollständige Ableitung der Gase gesorgt sein, und wenn die Abfallwässer nicht zur Wiesenbewässerung verwerthbar sind, so müssen sie vor ihrem Ablassen mit Kalk gereinigt werden.

Die weitere mechanische Behandlung der Leinstengel: das Brechen, Hecheln, sowie die Hilfsoperationen: das Schwingen, Ribben, bezwecken die Entfernung aller Holztheile aus dem Baste des Flachses und erzeugen viel Staub, zu dessen Unschädlichmachung die bereits besprochenen Maßregeln gegen Staub anzuordnen sind.

Reinigung der Baumwolle.

In dem Zustande, in welchem die rohe Baumwolle in den gepressten Ballen versandt wird, sind die Haare knäuelförmig untereinander verwoben und schließen bis zur Hälfte des Gewichts ganze Samenkörner, Fragmente derselben, Pflanzentheile, Erde, Staub u. dgl. ein. Zur Entfernung dieser fremden Substanzen und zur Auflockerung der gepressten Baumwolle findet bei den feinsten Baumwollsorten das Schlagen mit Stöcken aus freier Hand statt, bei den minderen Baumwollsorten dienen hierzu Maschinen (Wolf, Willow, Teufel, Batteur, Opener, Flockmaschine). Die andauernde Einwirkung des dabei entstehenden Wollstaubes ist sehr gefährlich, sie erzeugt Augenentzündungen, Respirationskatarrhe und Lungenkrankheiten.

Der Auflockerung folgt das sogenannte Krempeln und Kratzen in den Krempel- und Kratzmaschinen; diese haben die Form von Walzen, deren Oberflächen dicht mit Drahthäkchen besetzt sind. Indem die Baumwolle durch mehrere solche Walzen geführt wird, wird sie gleichsam gekämmt, wobei sie die Gestalt eines lockeren Bandes annimmt und die noch vorhandenen staubigen und sonstigen Verunreinigungen verliert.

Die von dem Krempel kommenden Bänder gehen mehrmals durch die Streckmaschine, welche die Fasern des Bandes parallel legt. Darauf folgt das Vorspinnen, welches eine allmähliche Ausdehnung und Verfeinerung der Bänder bewirkt.

Es ist gelungen, an den die Reinigung der Baumwolle besorgenden Maschinen Vorkehrungen anzubringen, welche den hierbei entstehenden massenhaften Staub durch Exhaustoren von den Arbeitern abhalten. Man hat daher darauf zu bestehen, dass diese Schutzvorrichtungen bei allen Wolfmaschinen angebracht und in Stand erhalten werden.

Auch bei dem sogenannten Krempeln erfüllen noch kleine Baumwollfasern die Luft. Zum Schutze der Arbeiter empfiehlt sich die Aufstellung der Krempelmaschinen in luftigen, gut ventilierten Räumen.

Das Haspeln der Seide.

Zur Herstellung der Seidenfaden müssen die Cocons abgewickelt und abgehaspelt, die einzelnen Coconfäden gespult und gezwirnt werden. Um zum Anfange des Coconfadens zu kommen, muss zuerst die den Cocon umhüllende Flockseide weggekrempelt werden: sie wird mit anderen Abfällen zu sogenannter Floretseide verarbeitet.

Nachdem die Cocons von Flockseide befreit sind, werden sie in Becken mit erhitztem Wasser geworfen. In dem Wasser löst sich der gummiähnliche Klebestoff (Sericin), welchen das Thier zum Aneinanderheften der Fäden benutzte. Dieses Wasser fängt häufig an zu faulen, und schädigt dann die Hände der Arbeiterinnen durch Eiterungen, Exantheme u. s. w. Es muss oft erneuert werden. Die im Wasser befindlichen Cocons werden mit weichen Reisern geschlagen, der Anfang des Fadens gefangen und dann das Abhaspeln vorgenommen.

Die diese Geschäfte besorgenden Frauen sind hierbei der Hitze des Ofens und des kochenden Wassers ausgesetzt. Die Haspelräume sollten luftig sein und gut ventiliert.

Wollwäschereien.

Die abgeschorene Wolle des Schafes besteht nur zum Theil aus dem Wollhaar (28·5 bis 80 Procent); außerdem enthält sie Substanzen, die man unter dem Namen Wollschweiß zusammenfasst. Diese sind ölsaures, stearinsaures, essigsaures, valeriansaures Kali, Chlorkalium, schwefelsaures, kohlensaures Kali, Natron und Ammoniakverbindungen, Cholestearin, Isocholestearin u. s. w.

Das Entschweißen der geschorenen Wolle geschieht in großen Kesseln (Leviathans) durch Kochen mit alkalischen Flüssigkeiten, gefaultem Harn oder auch Lösungen von Seife, mitunter auch schwachen Sodalösungen.

Die bei der Wollwäscherei sich ergebenden Abwässer gehen bei langsamem Abfluss in Fäulnis über und können, wenn sie aus irgend einer Ursache stauen, die größten Belästigungen, Luftverpestung und in öffentlichen Wasserläufen völlige Wasserverderbnis bedingen. Die Bäche und Flüsse, in welche diese ungereinigten Waschwässer gelangen, werden schwarz wie Tinte und verschlammen.

In vielen Fabriken werden diese Waschwässer zur Pottaschegewinnung, die sich durch große Reinheit (frei von Natron) auszeichnet, verwertet. Die Waschwässer werden hierbei zur Trockene eingedampft und der Rückstand in Gasretorten erhitzt, wobei Leuchtgas und Ammoniak sich entwickelt. Der Retortenrückstand enthält die Kalisalze.

Die Waschwässer werden in anderen Fällen auch mit Schwefelsäure versetzt, wodurch die vorhandenen Fette zersetzt und freie Fettsäuren ausgeschieden werden. Letztere finden in der Stearinsäurefabrication Verwertung. Die nach Abscheidung der Fettsäuren sich ergebenden Abfallwässer dürfen wegen ihres Säuregehalts nur nach Neutralisation mit Kalkmilch in Wasserläufe abgelassen werden.

Die Verwertung der Waschwässer geschieht endlich auch häufig in der Weise, dass man dieselben in Bassins mit Kalkmilch, bisweilen unter Zusatz von Eisenvitriol und schwefelsaurem Magnesium fällt. Es bildet sich hierbei ein Bodensatz, der hauptsächlich aus Kalkseifen besteht und sehr vortheilhaft zur Leuchtgasfabrication verwendet werden kann.

Enthalten die über dem Bodensatz stehenden Waschwässer noch Leim oder andere stickstoffhaltige Bestandtheile, so können dieselben nach obiger Reinigung weiter noch mit einer schwachen Gerbsäurelösung vermischt und dann filtriert werden.

Sehr häufig wird die nach vollendeter Wäsche und Schur getrocknete Wolle nach Feinheit und Farbe von einander getrennt. Diese Procedur ist unter Umständen für die Wollsortierer mit recht bedeutender Staubentwickelung verbunden, gegen die der Arbeiter zu schützen ist.

Wenn die Wolle von Thieren herrührt, welche an Infectionskrankheiten gestorben sind, so können Übertragungen auf die Arbeiter eintreten. Die Einathmung dieses so inficierten Staubes hat wiederholt zu der unter der Form eines malignen Fiebers verlaufenden, sogenannten Wollsortiererkrankheit geführt. Die Dauer dieser perniciösen Krankheit ist eine überaus kurze. Oft tritt schon nach wenigen Stunden, längstens aber in zwei oder drei Tagen der Tod ein. Ein günstiger Ausgang wird sehr selten beobachtet. Glücklicherweise ist die Zahl der Opfer, die diese Krankheit fordert, nur gering. Man rechnet, dass in den englischen großen Fabriken durchschnittlich ein Fall in je 2 bis 3 Jahren vorkommt.

Zur Verhütung der Wollsortiererkrankheit wird empfohlen: Verminderung des Staubes, Belehrung der Arbeiter behufs strengster Reinlichkeit, gute Ventilation, das Tragen von Respiratoren. Sicheren Erfolg hätte wohl nur die vorherige Desinfection der Wolle.

Spinnereien und Webereien.

Das Spinnen und Verweben der Baumwolle, des Hanfes, Flachses, der Seide und Wolle werden gegenwärtig meist durch Maschinen ausgeführt. Nur bei der Seidenweberei ist noch immer der Handwebstuhl häufig.

Die Arbeiter in den Spinnereien und Webereien sind durch das Einathmen von feinem Staub, der aus den feinsten Fäserchen der zum Verspinnen oder Weben gelangenden Stoffe besteht, gefährdet. Das andauernde Einathmen desselben wird mit dem häufigen Vorkommen von Lungenschwindsucht bei Webern und Spinnern in Verbindung gebracht.

Spinnereien und Webereien gehören ferner zu jenen Gewerbebetrieben, bei denen Übervölkerung der Arbeitslocale, schlechte Beleuchtung und der Öldunst, der sich beim Gang der eingeölten Maschinen entwickelt, eine sehr auffällige Luftverderbnis der Werkstätten bedingt.

In manchen Räumlichkeiten ist die Temperatur eine sehr hohe, namentlich in den Spinnsälen, da die hier aufgestellten Maschinen ihre Spindeln in eine außerordentlich rasche Bewegung setzen, durch welche eine bedeutende Wärme (bis 25° C.) entwickelt wird. Man behauptet, dass sich die Baumwolle bei einer erhöhten Temperatur besser verspinnen lässt. Zudem sind in diesen Fabriken in der Regel jugendliche Arbeiter beschäftigt. Die Arbeit ist zwar keine anstrengende, aber meist sehr langgedehnte, sie hemmt die Entwickelung des noch unausgebildeten Organismus. Moralisches und körperliches Elend, jene Schwächlichkeit der Generation, tritt in vielen industriellen, Spinnerei und Weberei in schwunghafter Weise betreibenden Gegenden auffällig zu Tage. Die Verhältnisse der Industrie werden sich demnach in gesundheitlicher Beziehung nur dann bessern, wenn die Forderungen realisiert werden, welche die Hygiene im allgemeinen betreffs der Fabriksarbeit stellen muss.

Das Appretieren der gewebten Zeuge mit Bittersalz, Chlormagnesium, Stärke, Dextrin u. s. w. hat keine besondere Bedeutung; dagegen ist

das Appretieren der Garne und Gewebe zum Zwecke ihres Erschwerens von hygienischem Interesse.

Man imprägniert nämlich Garne und Gewebe, um sie schwerer zu machen, entweder mit Blancfix, Zinkoxyd, wenn sie weiß bleiben sollen, oder aber mit Quecksilber- und Bleisalzen, wenn sie dunkel gefärbt sind. Im letzteren Fall zieht man die Ware zuerst durch eine Auflösung der Quecksilber- und Bleisalze und dann durch ein Schwefelleberbad. Infolge dessen schlägt sich auf der Ware Schwefelquecksilber oder Schwefelblei nieder, wodurch das Gewicht des Stoffes beträchtlich erhöht wird.

Bei dieser Manipulation ergeben sich metallhaltige Abwässer, deren Abfluss sanitärerseits zu beachten ist. Nicht selten leiden Arbeiter, die das Eintauchen und das Auswringen der Stoffe zu besorgen haben, an Blei- oder Quecksilber-Intoxicationen. Das den Stoff imprägnierende Metallsalz ist nicht vollständig in die unlösliche Schwefelverbindung umgewandelt, sondern es bildet sich nur eine Umhüllung der giftigen Substanz mit der entsprechenden Schwefelverbindung. Thatsächlich ist constatiert, dass der beim Nähen, Tragen, Reinigen solcher mit Blei oder Quecksilber erschwerten Stoffe sich entwickelnde Staub vergiften kann. Auch sind mit Bleipräparaten schwer gemachte Stoffe sehr leicht brennbar.

Färben und Drucken.

Die thierische Faser, Seide und Wolle, hat die Fähigkeit, gewisse Farbstoffe aus ihren Lösungen aufzunehmen. Die Pflanzenfaser dagegen hat diese Fähigkeit in weit geringerem Grade. Wird aber die Pflanzenfaser mit gewissen Stoffen imprägniert, z. B. in Kuhkoth, Öl, Wasserglas u. s. w. getaucht oder wird sie mit gewissen Metalloxyden behaftet, so färbt sie sich dann, in Farbstofflösungen gebracht, intensiv, indem sich der Farbstoff in Verbindung mit dem auf der Faser auflagernden Metalloxyd in unlöslicher Form niederschlägt. Das Imprägnieren der thierischen Faser mit derartigen Metalloxyden trägt ebenfalls zur besseren Fixierung der Farbe wesentlich bei.

Die Lösung solcher Metalloxyde, die an und für sich keine Farbstoffe sind, aber infolge ihrer Beziehungen einerseits zur Pflanzen- und Thierfaser und andererseits zu dem Farbpigmente das Anfärben vermitteln, heißen Beizen oder Mordants. Die wichtigsten Beizen sind Lösungen von Alaun, essigsaurer Thonerde, essigsaurem Eisen, Zinksalze, Gerbsäure, arsenigsaurer Thonerde, fettem Öl, Albumin, Kleber, Caseïn. Letztere drei werden besonders beim Anilinfarbendruck angewendet.

Die beim Zeugdruck angewendeten Farben sind theils solche, die vermittelst gravierter Platten direct auf das Zeug aufgetragen werden (Applications-, Schilder- und Tafeldruckfarben), theils solche, die man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe hervorbringt (Kessel- und Krappfarben). Zu den ersteren gehören die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, das Ultramarin und die meisten Theerfarben, zu den letzteren der Krapp, die Cochenille, das Blauholz der Wau, der Sumach u. s. w.

Bei dem Applications- oder Tafeldruck druckt man Farbe und Beize zusammen auf, bei den Kesselfarben wird zuerst die mit Dextrin oder Stärkelösung verdickte Beize auf diejenigen Stellen, welche gefärbt werden sollen, aufgedruckt, dann wird die Ware zur besseren Fixierung der Beize durch ein Kuhkothbad gezogen und schließlich in der Farbflüssigkeit gekocht.

Stellen, welche weiß bleiben sollen, bedruckt man mit einer Substanz, welche zum Farbstoff keine Verwandtschaft hat (Reservagen, Deckmittel). Zur Entfernung der Beizen oder auch von Farben bedient man sich der Ätzmittel.

Als Reservagen benutzt man Wachs, Talg, Pfeifenthon, unterschwefeligsaure Salze; als Ätzmittel für Beizen dienen: Arsensäure, Phosphorsäure, Milchsäure, Oxalsäure; als Ätzmittel der Farben: Chlorkalk, Chromsäure, übermangansaures Kali etc.

Die Färberei beruht auf denselben Principien. Zur Indigo- oder Blaufärberei bediente man sich einer Auflösung von Indigoweiß. Man hat eine warme Küpe (Gefäß), bei der durch Waid, Krapp und Kleie, unter Entwickelung ammoniakalischen Dämpfen, Butter- und Milchsäuregährung eintritt und sich Indigoweiß bildet. Dann hat man die Vitriolküpe, die aus Indigo, Eisenvitriol und Kalk bereitet wird und bei welcher Eisenvitriol reducierend auf den Indigo einwirkt. Weiter wird zur Opermentküpe das Operment mit kohlensaurem Kali, Kalk und Indigo zusammengemischt. Es bildet sich hierbei arsensaures Kali, das in der verbrauchten Küpenflüssigkeit aufgelöst ist. Außerdem hat man noch eine Harnküpe, die durch Auflösen von Indigo in faulem Harn dargestellt wird.

Die in den Küpenflüssigkeit getauchten Zeuge färben sich an der Luft blau, infolge der Oxydation des Indigoweiß zu Indigoblau.

Da die Küpenfärberei stinkende ammoniakalische Gase entwickelt und bei der Opermentküpe sich leicht Arsenwasserstoff bilden kann, so ist in sanitärer Beziehung nothwendig, dass unter allen Umständen die Küpenlocale luftig sind und dass bei der Harn- und Opermentküpe die Gefäße einen guten Verschluss haben und mit einem Ableitungsrohr versehen sind.

Zum Blau- und Grünfärben werden in der Kattundruckerei zuweilen Beizen angewendet, die nebst Zinnsalz, Kaliumbichromat, Salz- und Schwefelsäure auch Blutlaugensalz enthalten. Bei der Darstellung dieser Beizen entwickeln sich beträchtliche Mengen von Blausäure. Die Gefäße müssen also verschlossen sein.

Zum Gelbfärben der Wolle und Seide dient Wau, Gelbholz, Avignonkörner, Fisetholz, Pikrinsäure; zum Gelbfärben der Baumwolle werden Quercitronrinde, Orlean, Gelbbeeren u. s. w. verwendet. Zum Rothfärben der Baumwolle und Wolle wird meist Krapp, zum Rothfärben der Wolle und Seide Fuchsin, Saflor, Orseille und Cochenille benützt.

Grün stellt man durch die Verbindung von Blau und Gelb dar. Bei Seide wird auch Anilingrün und bei Leinen und Kattun Catechu mit Eisenoxydsalzen zur Erzeugung grüner Farben benützt.

Zum Schwarzfärben der Seide und Baumwolle wird gegenwärtig meist Anilinschwarz angewendet. Die Baumwolle muss hierzu erst durch Caseïn oder Albumin animalisiert werden. Wolle und Seide wird auch in der Weise schwarz gefärbt, dass man die Stoffe mit schwefelsaurem oder essigsaurem Eisen beizt und sie in Abkochungen von Blauholz, Galläpfeln, Sumach u. s. w. anfärbt.

Färbereien und Druckereien sind für die Reinheit der Flussläufe am gefährlichsten; ihre Abwässer enthalten die Reste der Beizen, Farbstoffe und sonstige Hilfsstoffe. Metalloxyd, Zink, Zinn, Blei, Kupfer, Chromsäure, Antimon, Arsen und arsenige Säure gelangen in die Abflüsse. Am besten wäre es, die Anlage solcher Industrien nur an großen Flussläufen zu gestatten, weil hier die Abwässer unmittelbar abgelassen werden können. Bei kleiner Wassermenge der Flüsse u. s. w. muss die Reinigung in einer bei der Farbstofffabrication erörterten Weise verlangt werden.

Bei der Herstellung des Tuches wird zuerst die Wolle eingefettet (auf 100 *kg* 12 *kg* Fett), dann gesponnen und gewebt. Dieses rohe Tuch, dessen einzelne Fäden noch gut sichbar sind, nennt man Loden. Der Loden wird mit alkalischem Harn gewaschen, um das Fett zu entfernen. Dann folgt das Walken, wobei die einzelnen Haare so verwebt werden, dass man die Zusammensetzung des Tuches aus Fäden nicht mehr erkennen kann.

Alsdann wird das Tuch glatt gemacht, geschoren und heißen Wasserdämpfen ausgesetzt, um eine dauerhafte Farbe zu erzielen (decatiert).

Die langen Haare liefern die Kammwolle und die Kammgarnstoffe.

Die Verarbeitung zu Tuch erzeugt daher mancherlei Abwässer bedenklicher Art, welche vor ihrem Einlassen in Flüsse gereinigt werden müssen.

Zehntes Capitel.

Die Papierindustrie.

Rohstoffe der Papierfabrication.

Das Material für die Papierindustrie liefern Hadern (Lumpen) von Leinen oder Hanf, Baumwolle, alte Stricke, Werg, Stroh, Seegras, Holz und Papierabfälle.

Durch das Sammeln und den Verkehr mit Hadern können ansteckende Krankheiten verschleppt und verbreitet werden.

Die Aufbewahrung der Hadern verlangt vor Allem trockene und luftige Räume. Wenn Lumpen feucht werden, so treten in denselben Zersetzungsprocesse auf, welche die Emanation stinkender Gase und unter Umständen eine solche Wärmeentwickelung zur Folge haben, das die Lumpen in Brand gerathen.

Das Sortieren und Verpacken der Hadern geschieht am häufigsten durch Einstampfen in Fässer und Ballen. Es entwickelt sich hierbei eine Menge Staub von wechselnder Zusammensetzung: eingetrockneter Eiter, Schleim, Fäkalien, Schmutz u. s. w. finden sich nur zu häufig anhaftend.

In den Papierfabriken werden die Hadern zuerst von Säumen und Fädenknoten befreit und in Stücke oder Streifen geschnitten. Diese Arbeiten gefährden die hierbei Beschäftigten in hohem Grade. Ihrer Einwirkung wird mit vollem Recht die Hadernkrankheit zugeschrieben.

Die Krankheit scheint in den niederösterreichischen Papierfabriken deshalb so häufig aufzutreten, weil dieselben ganz ungereinigte Hadern verarbeiten. Während der letzten 17 Jahre sind in der Papiermühle in Schlögelmühl 40 Arbeiter und in Oberwaltersdorf binnen 5 Jahren 13 Arbeiter an dieser Krankheit gestorben. Die Arbeiter können wirksam nur durch Desinfection der Hadern durch vorheriges Auskochen vor dem Einführen in die Fabrik geschützt werden.

Die zerschnittenen Lumpen werden in sogenannten Zauselern von Staub und Sand gereinigt und dann in Waschmaschinen mit Wasser, Soda, Ätznatron gekocht oder in geeigneten Apparaten unter erhöhtem Druck erhitzt. Beim trockenen Reinigen (in Zauselern) entsteht viel Staub, beim Kochen viel Gestank. Der Staub kann durch Exhaustoren, der Gestank durch Ableiten der beim Kochen entstehenden Dämpfe erträglicher gemacht werden. Die bei der Reinigung sich ergebenden Waschwässer müssen vor ihrem freien Ablassen und Einleiten in Canäle oder in Wasserläufe mit Kalk gereinigt werden.

Da die Production der zur Papierfabrication brauchbaren Hadern in letzter Zeit nicht in jenem Masse zugenommen hat, als der gesteigerte Papierverbrauch, so musste man auf Ersatzmittel für die Hadern Bedacht nehmen. Unter den zahlreich vorgeschlagenen vegetabilischen Stoffen sind nur zwei billig genug und auch in hinreichender Quantität beschaffbar, das Holz und das Stroh.

In neuester Zeit hat die Herstellung der Cellulose nach der Sulfitmethode große Ausdehnung gewonnen. Holz und schwefeligsaurer Kalk werden unter hohem Druck aufeinander wirken gelassen, wobei die Cellulose frei wird und sich neben anderen Abfallproducten viel Zucker bildet.

Die Abfallwässer enthalten neben Zucker bis 1·5 Procent schwefelige Säure. Kalkmilch genügt zur Reinigung nicht, da schwefeligsaurer Kalk noch recht gut in Wasser löslich ist; ebenso bleibt Zuckerkalk in Lösung. Frank schlägt vor, nach Einwirkung

von Kalkmilch Schornsteingase durch die Flüssigkeit zu treiben. Es fällt dann schwefelsaurer und kohlensaurer Kalk aus. Das in Lösung Bleibende — hauptsächlich Zucker — kann zur Wiesenwässerung oder als Zugabe zu Viehfutter benutzt werden.

Papiererzeugung.

Die gereinigten Hadern werden entweder für sich allein oder nach Zusatz von Holzcellulose oder Strohzeug in dem „Holländer" verarbeitet.

Letzterer ist eine Vorrichtung, in der unter Mitwirkung von stetig zufließendem Wasser durch eine sich drehende, mit Schneiden besetzte Trommel der zur Papierfabrication dienende Stoff in einen Brei umgewandelt wird. Diese Umwandlung wird in den meisten Fabriken durch zwei etwas verschieden construierte Holländer, welche der Stoff nacheinander passieren muss, bewirkt. Der „Halbstoffholländer" dient nur zur gröberen Zertaserung der Lumpen und liefert das sogenannte Halbzeug. Dieses wird der Bleichung mit Chlor unterzogen. Zur Bleichung dienen vierseitige Kammern mit Etagen versehen, auf welche der Halbstoff ausgebreitet wird. In diese leitet man das Chlorgas ein. (Über die Gefahren s. bei Chlorkalkfabrication.)

Das Bleichen geschieht mitunter auch mit Chlorwasser oder mit Chlorkalk und anderen Bleichsalzen, indem man letztere in hölzerne ausgepichte Bottiche auf das feuchte und locker gezupfte Halbzeug schüttet. Soll dieses Verfahren für die Arbeiter nicht belästigend sein, so müssen die Bottiche einen guten Verschluss haben und muss für Ableitung des nicht absorbierten Gases gesorgt sein. Das Bleichen mit Chlorkalk oder mit Bleichsalzen wird mitunter im Halbholländer selbst vorgenommen.

Der Halbstoff gelangt dann in den zweiten Holländer, um in Ganzstoff verwandelt zu werden. Der Ganzstoffholländer ist mit mehr Schneiden besetzt als der Halbstoffholländer.

Ungeachtet der sorgfältigsten chemischen Bleiche ist der Ganzstoff nie vollkommen weiß, sondern besitzt einen schwachen gelblichen Schein. Um diesen zu entfernen, dem Papier eine bessere Weiße zu geben, häufig auch, um das absolute Gewicht des Papiers zu erhöhen, setzt man dem Papierzeug während seiner Verarbeitung gewisse Substanzen zu, wie Thon, Caolin, Gyps, Zinkweiß, Bleiweiß, schwefelsaures Blei, Ultramarin, Berlinerblau u. s. w. Ein größerer Gehalt an Bleiweiß, Zinkweiß oder anderen Metalloxyden kann dem Papier, besonders wenn es zum Filtrieren von Zuckerlösungen, Fruchtsäften, Kaffee u. s. w. benutzt wird, bedenkliche Eigenschaften verleihen.

Die Abflüsse aus den Holländern, namentlich wenn darin gebleicht oder wenn mit dem Ganzstoff giftige Metallverbindungen verarbeitet wurden, sind sanitär bedeutsam.

Die meisten Papiere werden geleimt. Entweder wird das geformte Papierblatt an der Oberfläche oder es wird der Ganzstoff im Holländer in der Masse geleimt. Zum Leimen benutzt man Harzleim, Seifenleim, Wachsleim mit Alaunlösung.

Der durch die Verarbeitung in den Holländern erhaltene und geleimte Brei wird nun zu Papier umgewandelt, und zwar durch Ausbreitung des Stoffes zu einer dünnen, gleichmäßigen Schicht, durch Entwässern dieser Schicht und Verdichtung der zurückgebliebenen festen Masse. Diese Operationen, von denen der größte Theil durch mechanische Vorrichtungen geleistet wird, sind in hygienischer Beziehung von keiner besonderen Bedeutung, ebensowenig die weiteren Manipulationen der Papierfabrication: das Falzen, Reinigen, die Couverterzeugung u. s. w. Vom sanitären Standpunkt ist darauf hinzuwirken, dass zur Papierfärbung keine giftigen Farben benutzt werden. Die Abwässer der Tapetendruckereien und der Papierfärbereien haben in sanitärer Beziehung die gleiche Bedeutung wie die Abwässer der Zeugfärberei und Zeugdruckerei.

Elftes Capitel.

Öl- und Firnisindustrie.

Ölindustrie.

Die flüssigen Fette nennt man Öle. Einige derselben (Oliven-, Palm-, Cocosnuss-, Rübs-, Mandelöl u. s. w.) bleiben an der Luft unverändert (nicht trocknende Öle), andere dagegen (Lein-, Mohn-, Ricinus-, Hanföl u. s. w.) nehmen beim Stehen an der Luft aus dieser Sauerstoff auf und trocknen hierbei ein (trocknende Öle).

Sollen die nicht eintrocknenden Samenöle als Brennöle dienen, so müssen sie von gewissen Substanzen, die im frisch ausgepressten Öl enthalten sind, und zwar von Schleimstoffen, Gummi, Harz, Eiweiß, befreit werden, da diese Stoffe das Russen der Öllampe und das Verstopfen ihres Dochtes bedingen. Dagegen beschränken diese Stoffe die Verwendung der Öle als Speiseöle nicht. Die Reinigung der Brennöle geschieht entweder durch Absitzenlassen beim langen, ruhigen Stehen, wobei sich das sogenannte Öltrieb ablagert, das in der Seifenfabrication Verwendung findet, oder durch Behandlung des Öles mit Schwefelsäure oder Chlorzink. Bei diesem Verfahren ergibt sich ein schwarzer schwefelsäure- oder chlorzinkreicher Rückstand als Abfall, der, wenn er nicht durch Kalk gereinigt wird, sondern ohneweiters zum Ablassen kommt, mancherlei berechtigte Klagen über Boden- und Brunnenverderbnis hervorrufen kann.

Die Samenöle wurden früher nur durch Auspressen oder Schlagen gewonnen. Hierbei werden die Samen zuerst zerquetscht, dann auf 100° erwärmt und hierauf entweder mit hydraulischen Pressen gepresst oder in Stampfwerken geschlagen. Es entwickelt sich hierbei in dem Fabriksraum ein für manchen Menschen sehr widerlicher Öldunst.

Ölpressen und Ölstampfen sollten stets in luftigen, gut ventilierten Räumen situiert sein. Gegen die Belästigung durch den Lärm erwiesen sich Kautschukpolsterungen an den stoßenden Maschinentheilen nützlich. Der beim Pressen entstehende Ölkuchen besteht aus Eiweiß, Schleim und Samenhülsen und dient als Viehfutter oder als Dungstoff.

Gegenwärtig wird das Öl nur mehr selten durch Pressen und Schlagen, sondern weit mehr mittelst Extraction mit Schwefelkohlenstoff dargestellt. Hierbei werden die zu bearbeitenden Samen durch Schwefelkohlenstoff ausgelaugt und letzterer aus der Öllösung durch indirecten Dampf abdestilliert.

Bei dieser Industrie sind zur Verhütung der Gefahren durch Schwefelkohlenstoff die schon früher angegebenen Sicherheitsmaßregeln zu ergreifen.

Firnisse.

Man unterscheidet Öl-, Weingeist- und Terpentinölfirnisse. Die Ölfirnisse bestehen aus trocknenden Ölen, namentlich Leinöl. Diese Trocknung geht dann schneller vor sich, wenn man das Leinöl mit sauerstoffreichen Metalloxyden, z. B. Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein, Salpetersäure, behandelt. Man nennt diese Substanzen Siccative. Das Leinöl wird mit diesen Siccativen im Wasserbade erwärmt, ein Theil desselben löst sich als ölsaures Oxyd in der Flüssigkeit auf, ein anderer Theil gibt seinen Sauerstoff her und findet sich reduciert auf dem Boden des Gefäßes wieder, ein Sediment bildend. Geschieht das Erhitzen des Leinöls mit den Siccativen auf freiem Feuer, so entwickeln sich durch

Anbrennen des Bodensatzes sehr leicht und reichlich Akroleïndämpfe, welche Augen, Nase und alle Schleimhäute heftig reizen. Diese Dämpfe sind es hauptsächlich, wegen deren Firnisfabriken von den Anwohnern gefürchtet werden.

Dieser Übelstand lässt sich nahezu vollständig dadurch vermeiden, dass man das Sieden mit Siccativen in geschlossenen, mit Dampf geheizten Kesseln vornimmt. Im Innern des Kessels bewegt sich ein Rührwerk, dessen Führung durch eine Stopfbüchse geführt ist. Vom oberen Theil des Kessels geht ein Rohr ab, das die beim Firnissieden entstehenden Dämpfe in den Feuerraum ableitet. Das Eintragen der Siccative findet durch einen mit einem Absperrhahn versehenen Trichter statt.

Da bei der Firnisfabrication die Arbeiter viel mit Bleipräparaten zu thun haben, kommen leicht Bleiintoxicationen vor.

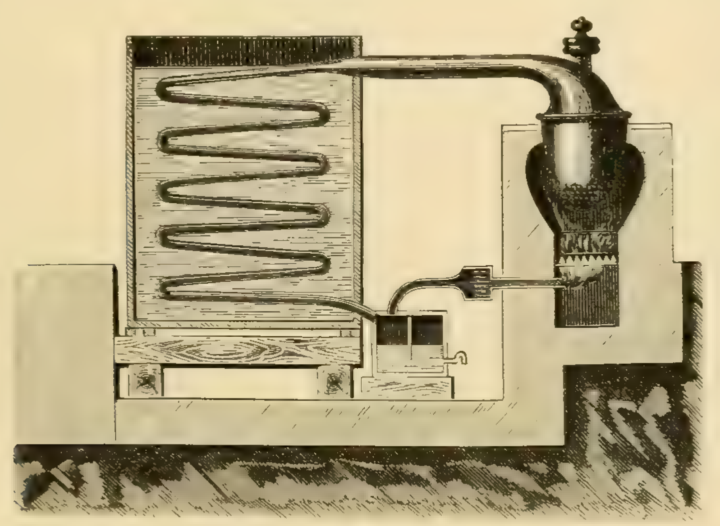


Fig. 254.

Öl-Lackfirnisse. Anstriche, die sich durch besonderen Glanz auszeichnen sollen werden aus Auflösungen von Harzen, namentlich Copal und Bernstein, in Leinölfirnis dargestellt. Diese Harze müssen jedoch vorher durch Schmelzen in eine lösliche Form gebracht worden sein. Hierbei entweichen flüchtige Öle von starkem Geruch, Wasserdampf, Bernstein-, Essig- und Ameisensäure. Die sich entwickelnden flüchtigen Öle sind gute Lösungsmittel für Harze. Da die beim Schmelzen der Harze sich verflüchtigenden Stoffe auf die Respirationsorgane der Menschen und Thiere nachtheilig einwirken, so muss im Interesse der Arbeiter und etwaiger Anwohner gefordert werden, dass alles Verflüchtbare condensiert und in die Feuerung (Fig. 254) geleitet werde. Die Condensationsproducte sind, wie bereits erwähnt, verwertbar. Von dem Vorhandensein derartiger Einrichtungen hängt naturgemäß die Beantwortung der Frage ab, in welcher Entfernung von Wohnungen die Öllackfirnisfabriken statthaft sind.

Die Weingeistfirnisse sind Auflösungen gewisser Harze, wie Sandarac, Mastix, Damar, Gummilack, Anime u. s. w., in Alkohol, Holzgeist, Aceton, Benzol, Photogen, Petroleumäther u. s. w. Die Darstellung geschieht durch Erhitzen in einer Destillierblase mit Helm und Schlangenrohr, um das während der Auflösung der Harze sich verflüchtigende Lösungsmittel wieder zu gewinnen. Der Helm hat eine Stopfbüchse, durch welche die Stange eines Rührers geht.

Die Terpentinölfirnisse werden ähnlich dargestellt. Auch bei dieser Fabrication muss für dicht geschlossene Gefäße, vollständige Condensation der Terpentindämpfe gesorgt sein.

In den Wachstuchfabriken werden die selbstbereiteten oder die aus dem Handel bezogenen Lacke auf Zeuge gestrichen und dann an der Sonne oder in besonderen, künstlich erwärmten Räumen getrocknet. Beim Aufstreichen und Trocknen verdunsten flüchtige Firnistheilchen, und es entsteht ein Geruch, der für die Arbeiter und Anwohner lästig und gefährlich ist. Die Arbeiter und Anwohner klagen, dass die Dämpfe aus der Trockenstube ihnen Eingenommensein des Kopfes und Schwindel erzeugen. Aus diesem Grund wird man derartige Fabriken in Städten in der Regel nicht dulden können. Im Interesse der Arbeiter wird man eine möglichst ausgiebige Ventilation der Trockenräume fordern.

Kautschukindustrie.

Den Harzen verwandt ist der Kautschuk, der in dem Milchsaft vieler Pflanzen (Siphonia elastica, Ficus indica u. s. w.) vorkommt.

Die Vulcanisierung erfolgt nach zwei Methoden, von welchen die eine unter Erwärmung pulverförmigen Schwefel durch Walzen in Kautschuk hineinarbeitet und die Masse nach der Formung auf ungefähr 130° C. erhitzt, während die andere Methode durch kurzes Eintauchen der im Wesentlichen fertig geformten Gegenstände in eine Mischung von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel vulcanisiert. Gegenwärtig wird auch außer Schwefel zum Erschweren und Elastischmachen und Härten der Masse Zinkweiß, Pfeifenthon, Schwefelblei, unterschwefeligsaures Blei eingeknetet. Die Bereitung des hornisierten Kautschuks ist die nämliche wie die Fabrication von vulcanisiertem Kautschuk, nur wird mehr Schwefel incorporiert.

Die beim Vulcanisieren und Härten stattfindende Staubbildung und die Einwirkung der Schwefelkohlenstoffdämpfe macht die Arbeit zu einer gesundheitlich gefahrvollen Die Behandlung des Kautschuks mit Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel sollte stets in freistehenden oder wenigstens in luftigen, gut ventilierten Räumen geschehen. Mit Rücksicht auf die Staubbildung wären Exhaustoren anzubringen und die Arbeiter anzuweisen sich Mund und Nase durch vorgehaltene Tücher zu schützen. Giftige Stoffe, wie Blei, sollten überhaupt verboten werden.

Zwölftes Capitel.

Industrielle Verarbeitung landwirtschaftlicher Producte.

Zuckerfabrication.

Obwohl Zucker in verschiedenen Pflanzensäften vorkommt, so ist es doch nur das Zuckerrohr und die Runkelrübe, welche mit Vortheil als Rohmaterialien für die Zuckerfabrication dienen können. Bei uns, wo nur Zuckerrübe und kein Zuckerrohr vorkommt, ist die Zuckerfabrication aus Runkelrüben allein üblich, weshalb auch nur diese nachfolgend zur Besprechung kommt.

Die Darstellung des Zuckers aus Rüben gestaltet sich im allgemeinen folgendermaßen: Die durch Maschinen gewaschenen und geputzten Rüben werden entweder zu Brei zerrieben oder in Schnitzel (Schnittlinge) zerschnitten. Der Rübenbrei oder die Schnittlinge werden behufs Gewinnung des Rübensaftes entweder mit hydraulischen Pressen

oder auf andere Art ausgepresst oder es wird der Zucker durch Maceration oder Dialyse ausgelaugt. Beim Auslaugen der Schnittlinge erhält man einen nur mit geringen Mengen fremder Rübenstoffe verunreinigten Zuckersaft; beim Auspressen dagegen resultiert ein Rübensaft, der nicht nur eine Lösung von Zucker, sondern eine Lösung sämmtlicher löslicher Bestandtheile der Rübe ist, von denen insbesondere die stickstoffhaltigen, weil sie unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in Ferment übergehen und den Zucker in Milchsäure und andere Producte überführen würden, entfernt werden müssen. Den reinsten und an Zucker reichsten Rübensaft liefert das dialytische Verfahren.

Der Saft wird dann in Pfannen möglischst rasch erhitzt, wodurch die Eiweißverbindungen coagulieren. Sobald die Coagulation erfolgt ist, wird dem Safte verdünnte Kalkmilch zugemischt. Der Kalk sättigt die in dem Safte enthaltenen freien Säuren und scheidet die stickstoffhaltigen Substanzen zum Theile als Bodensatz aus. Die Ammoniakentwickelung ist gering.

Der größte Theil des Kalkes wird durch Einleiten von Kohlensäure ausgefällt. Ein Theil des Kalkes bleibt in der Lösung zurück. Nachdem der klare Saft von dem Kalkniederschlag, welcher sich abgesetzt hat, abgelassen worden ist, wird er in Abdampfpfannen oder in Vacuumapparaten bis zu einer bestimmten Concentration eingedampft und dann als sogenannter Dünnsaft durch Knochenkohle das erstemal filtriert. Die Knochenkohle hat die Eigenschaft, nicht nur entfärbend, sondern auch entkalkend und entsalzend auf den Zuckersaft zu wirken. Die von der Kohle aufgenommenen fremden Bestandtheile können aus derselben wieder entfernt werden, so dass die Kohle wieder von neuem zu gebrauchen ist. Der Process, durch den die Entfernung der von der Kohle absorbierten Stoffe geschieht, wird als Wiederbelebung der Kohle bezeichnet.

Nach der ersten Filtration durch Knochenkohle wird der Saft weiter eingedampft, nochmals über Kohle gereinigt und dann im Vacuum bis zum Eintritt der Krystallisation verkocht.

Der aus dem Vacuum herausgenommene Dicksaft wird häufig nach Zusatz von etwas blauem Farbstoff, namentlich Ultramarin, um dem künftigen Zucker eine größere Weiße zu geben, in ein Füllbecken, welches einen breiten Ausguss hat, gebracht und aus diesem in die unten mit Öffnung versehenen Zuckerhutformen, welche meist aus glasiertem Eisenblech bestehen, gegossen. Für geringere Zuckersorten gebraucht man „Bastardformen", die häufig größer sind, für bessere Zuckersorten hingegen hat man kleine Formen, „Melisformen". Nach Verlauf von 24 Stunden ist die Zuckermasse so weit erkaltet, dass man aus der unteren, nunmehr wieder frei gemachten Öffnung der Formen den nicht erstarrten Theil des Syrups abfließen lassen kann. Die Formen stehen an einem warmen Ort, dessen Temperatur 34 bis 38° beträgt. Der abgeflossene Syrup heißt grüner Syrup. Die in den Formen zurückbleibende Zuckermasse enthält außer krystallisierbarem Zucker noch mehr oder weniger von Melasse, welche entfernt wird durch das sogenannte Decken, ein Auswaschen der in den Zwischenräumen zurückgebliebenen Melasse durch farblosen Zuckersyrup (Klärsel). Der letzte Rest der Feuchtigkeit wird dadurch verdrängt, dass man an die Spitzen der Formen mittelst Kautschuk die trichterförmigen Öffnungen von Saugröhren anlegt und durch diese Röhren den Syrup aus der Zuckermasse absaugt. Man nennt diesen Apparat Nutsch- oder Saugapparat.

Jener Zucker, der beim Erkalten der Zuckermasse entstand, heißt erstes Product und liefert die reinste Zuckersorte, die Raffinade; der dabei gewonnene Syrup wird eingedampft und liefert nach dem Erkalten wieder krystallisierbaren Zucker, dieser wird zweites Product (Meliszucker) genannt; aus dem Syrup dieses Zuckers bekommt man in gleicher Weise ein drittes und viertes Product (Lomps-, Koch-, Bastardzucker).

Der von den geringeren Sorten ablaufende Syrup enthält namhafte Mengen fremdartiger Bestandtheile, namentlich Stoffe metallischer Natur, die von den zur Zuckerfabrication verwendeten Gefäßen stammen. Es sollte dieser Syrup nur zu Brantwein, Pottasche u. s. w. (s. unten) verwendet werden.

Aus dieser Beschreibung der Zuckerfabrication ergibt sich, dass nachfolgende Momente hierbei von sanitärer Wichtigkeit sind:

a) Die nach Gewinnung des Rübensaftes zurückbleibenden Rübenreste werden gewöhnlich als Viehfutter verwendet und deshalb in Gruben eingelegt. Sie gehen hierbei eine saure Gährung ein, durch welche sich allerlei flüchtige, fette Säuren, Milchsäure und auch Schwefelwasserstoff bilden und zu Gestank in der Umgebung der Grube Veranlassung geben. Diese Gruben dürfen deshalb nur derart angelegt werden, dass durch sie die Nachbarschaft nicht belästigt werden kann. Es hat sich

der Vorschlag bewährt, diese Rübenreste aufzulockern, mit Salz zu mengen, das Gemenge mit hydraulischen Pressen zu Kuchen zusammenzudrücken und sie wie Brot zu backen. Die so gebackenen Rübenreste erhalten sich monatelang conserviert und werden vom Rind und vom Pferd gern gefressen.

Immerhin ist es vortheilhaft, wenigstens für ausgiebige Lüftung zu sorgen.

b) In den Localen, wo das Eindampfen der Zuckerlösungen, namentlich aber in jenen Räumen, in denen das Decken des Zuckers vorgenommen wird, sind die Arbeiter der fortwährenden Einwirkung einer heißen und feuchten Luft ausgesetzt. Sie müssen oft stundenlang eine Temperatur von 36 bis 39° ertragen, die um so nachtheiliger wirkt, als die Luft der Räume relativ reich an Wasserdampf ist; auch Hitzschlag ist beobachtet worden. Als hier in Betracht kommende Präservativmaßregeln sind zu bezeichnen: Auswahl solcher Arbeiter, welche kräftig sind und Hitze gut vertragen. Arbeiter, welche leicht schwitzen, ertragen die Arbeit weit besser als solche, deren Haut trocken bleibt; ferner sind kurze Arbeitszeiten erforderlich. Auch sollten die Arbeiter angehalten und ihnen von Seite der Fabrik Gelegenheit geboten werden, ihrer Körperpflege gewissenhaft Rechnung zu tragen. Badeeinrichtungen und geheizte Garderobezimmer, in welchen die Arbeiter ihre Kleider beim Verlassen der Fabrik ablegen, sollten in jeder Zuckerfabrik vorhanden sein.

c) Die Wiederbelebung der Kohle wird in Zuckerfabriken verschieden vorgenommen; meist jedoch werden hierbei folgende Methoden angewendet:

Zunächst wird die Knochenkohle in Haufen oder in Bottichen mit warmem Wasser oder auch ohne Wasserzusatz einer Art Fäulnis unterworfen. Hierbei entwickeln sich Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff, flüchtige Fettsäuren und andere Fäulnisproducte. Nach beendeter Gährung wird die Kohle ausgewaschen. Die hierbei sich ergebenden Waschwässer sind oft so reich an valerian-, butter-, bernstein-, asparagin-, phosphor- und essigsauren Verbindungen, dass einzelne Etablissements diese Waschwässer zur Gewinnung der in ihnen vorhandenen organischen Substanzen mit Nutzen verwerten. Jedenfalls sollte das freie Ablassen nicht gestattet, sondern deren Reinigung (Kalkmilch) gefordert werden.

In manchen Fabriken wird die Kohle mit Natronlauge gekocht. Bei der Behandlung der Kohle mit Natronlauge entstehen immer ammoniakalische Dämpfe, die sich durch die Zersetzung der Eiweißkörper bilden und welche beseitigt werden müssen. Hernach wird sie mit Wasser und dann mit angesäuertem Wasser gewaschen. Hierbei entwickeln sich wieder flüchtige Fettsäuren, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, welche die Luft übelriechend machen, weshalb auch diese Operation in gut ventilierten Localitäten ausgeführt werden soll. Durch die Behandlung mit angesäuertem Wasser wird auch der von dem Spodium aufgenommene Kalk entfernt und die organischen Salze zersetzt. Es wird angerathen, diese sauren Abwässer mit den alkalischen Abwässern zu vermischen und dann als Düngemittel oder zur Berieselung zu benutzen.

Nach dem Gähren oder nach der Behandlung mit Natronlauge und saurem Wasser wird die Kohle getrocknet und dann geglüht. Dies belästigt die Arbeiter, welche die feine Kohle fortwährend umschaufeln müssen, durch den Kohlenstaub und durch die schon beim Trocknen aus der Kohle aufsteigenden Gase und Dämpfe sehr erheblich. Beim Glühen entstehen Kohlenoxyd, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Ammoniak u. s. w. Die riechenden und sonst bedeutsamen Gase sollen verbrannt und so die Beschädigung der Arbeiter und der Gestank in der Umgebung beseitigt werden.

d) Die Abwässer der Zuckerfabrication sind, da sie eine Menge organischer, zum Theil stickstoffhaltiger und leicht in Gährung und

Fäulnis übergehender Bestandtheile enthalten, eine Ursache der widerlichsten Gerüche, führen zur Verschlammung der Wasserläufe und begünstigen die massenhafte Bildung von Algen, namentlich von Leptomitus lacteus. Die in den Abgängen der Zuckerfabrik constant vorhandenen schwefelsauren Salze werden unter Umständen zu Schwefelmetallen und Schwefelwasserstoff reduciert; die Rückstände der Zuckerfabrication bestehen auch aus Rübendetritus, Rübensalzen, unverändertem oder verändertem Zucker und anderen organischen Substanzen, welche zur Bildung von Essigsäure, Buttersäure führen, deren Emanationen sich den anderen Riechstoffen beimischen.

Die Zersetzungsvorgänge, welche Leptomitus bedingt, und die Fäulnisprocesse, welche durch den Gehalt an organischen Substanzen in den Abwässern der Zuckerfabriken hervorgerufen werden, können ursprünglich reine Bäche von geringer Wassermenge, sowie von schwachem Gefälle ganz verschlammen und ihre Umgebung ungesund machen. Es ist wiederholt der Fall vorgekommen, dass Leute, welche in der Nähe dieser Bäche wohnten, infolge der starken Entwickelung von Schwefelwasserstoff krank wurden, alle Metallgegenstände in der Nähe sich schwärzten, Nahrungsmittel einen widrigen Geruch annahmen. Das Wasser erhält das Aussehen einer stinkenden, trüben Jauche und wird oft so verschlammt, dass es nicht einmal zum Feuerlöschen dienen kann.

Am günstigsten ist die Zuführung der Abwässer nach größeren Flüssen; die chemischen Reinigungsmethoden befriedigen nicht, da durch die zur Verfügung stehenden Mittel die organischen Substanzen aus den Abwässern nicht auszuscheiden sind. Mit etwas besserem Erfolge lässt man unter Erwärmen die gestauten Abwässer durch Gährung sich selbst reinigen und verwendet sie dann zur Berieselung. Leider wird die Zuckerindustrie nur im Winter betrieben, so dass der Berieselungseffect durch die fehlende Vegetation etwas herabgesetzt wird.

Industrielle Verwertung der Melasse.

Die bei der Zuckerfabrication abfallende Melasse enthält große Mengen unkrystallisierbaren Zuckers, Asparagin, Asparaginsäure, eiweißartige und andere stickstoffhaltige, ferner stärkemehlartige Stoffe, die Aschenbestandtheile der Rübe und Metallverbindungen, letztere von den bei der Zuckerfabrication benutzten Gefäßen herrührend. Die Melasse ist als Viehfutter nicht zu verwenden, weil sie Diarrhöen erzeugt.

Dagegen kann sie zur Alkoholbereitung, zur Darstellung der Pottasche, Milchsäure, Buttersäure und Baldriansäure benutzt werden.

Bei der Alkoholfabrication beginnt der Process meist damit, dass man in die mit etwas Schwefelsäure versetzte Melasse durch mehrere Stunden Wasserdampf einbläst, wobei die in der Melasse befindlichen stärkemehlartigen Stoffe in gährungsfähigen Traubenzucker umgewandelt werden. Infolge dieser Einwirkung von Schwefelsäure und Wasserdampf werden aus der Melasse eine Menge flüchtiger Riechstoffe, insbesondere flüchtige Fettsäuren frei, welche einen sehr belästigenden Gestank veranlassen. Die Belästigung lässt sich durch Ableiten der Dämpfe in die Feuerung leicht vermeiden.

Hierauf wird die Melassenflüssigkeit mit Kreide neutralisiert und mit Bierhefe versetzt. Es tritt sofort eine stürmische Gährung ein. Die ausgegohrene Flüssigkeit wird dann der Destillation unterworfen. Der aus

der Rübenzuckermelasse bereitete Alkohol ist reich an Fuselöl und wird deshalb meist zur Essigfabrication, zur Ätherbereitung und zur Bleizuckerdarstellung verwendet.

Der in den Destillationsapparaten verbleibende Rückstand heißt Schlempe. Er enthält besonders Kalisalze, weshalb die Schlempe häufig durch Eindampfen und Glühen zu sogenannter Schlempepottasche verarbeitet wird, wenn sie nicht als Düngemittel, namentlich als Compost Verwendung findet.

Diese Fabrication kann in Städten und bewohnten Districten nicht zugelassen werden, da selbst bei den besten Einrichtungen die Nachbarschaft durch den Geruch nach verbrannten Eiweißstoffen und nach verbranntem Zucker belästigt wird. Weiters ist sehr zu beachten, dass man die Schlempekohle nicht frei lagern lassen darf, da dieselbe beträchtliche Mengen von Ammoniak entwickelt und Cyankalium enthält, welches durch die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit fortwährend in Blausäure zersetzt wird.

Die Verarbeitung der Schlempe zu Milch-, Butter- und Baldriansäure geschieht durch Vermischen von Schlempe mit Melasse und Kreide und darauffolgendes Gährenlassen des Gemisches. Dabei entwickelt sich Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und verschiedenartige Stinkgase, welche durch Ableiten unter die Feuerung unschädlich gemacht werden können.

Brantweinbrennereien und Spiritusraffinerien.

Zur Fabrication des Brantweines werden entweder zuckerhaltige (Rübenmelasse) oder stärkemehlhaltige Substanzen (Kartoffeln) verwendet. Letztere müssen durch den Maischprocess in Zucker umgewandelt werden.

Zur Überführung des Stärkemehls der Kartoffeln benutzt man entweder Diastase oder verdünnte Schwefelsäure. Bei ersterer spaltet sich das Stärkemehl vorzugsweise in Maltose und Dextrin, bei der Sauermaische ist die sich bildende Zuckerart wesentlich Dextrose.

Die Kartoffeln werden zuerst in das sogenannte Dampffass, in welchem dieselben durch den aus einem Kessel zuströmenden Dampf gar gekocht werden. Hiebei tritt ein höchst unangenehmer und belästigender Geruch auf; er soll ein flüchtiges narkotisches Gift enthalten.

Die Abwässer sind reich an organischen Substanzen und enthalten Solanin, dessen Gehalt dem Wasser einen höchst unangenehmen, kratzenden Geschmack verleiht. Diese Abwässer dürfen nur nach Reinigung mit Kalk, welcher auch Solanin fällt, abgelassen werden.

Die Gährung der Kartoffelmaische findet in derselben Weise statt wie die Gährung der Rübenmelasse. Das vergohrene Maischgut wird der Destillation unterworfen. Die im Destillationskessel zurückbleibenden Rückstände nennt man ebenfalls Schlempe. Sie enthält eine Menge von unverwandeltem Stärkemehl, Dextrin, Gummi, Eiweißkörper, Peptone u. s. w. und ist ein gutes Futtermittel, wenn sie nicht aus dem Destillationsapparat Metall aufgenommen hat.

Bei der Destillation der Maische nennt man das anfänglich übergehende, aus Alkohol und Wasser bestehende Destillat Lutter, das später überdestillierende alkoholfreie Wasser „Nachlauf".

Durch Pistorius, Schwarz, Gall u. s. w. sind jetzt in der Industrie Apparate eingeführt, mittelst welchen es möglich ist, aus der Maische durch eine einmalige Destillation starken Weingeist von 95 Procent (Spiritus rectificatissimus) darzustellen. Die bei der Destillation gewonnenen alkoholischen Flüssigkeiten enthalten stets Beimengungen von übelriechenden Alkoholen (Fuselölen). Die Vorschläge zur Entfernung des Fuselöls kommen theils auf eine Zerstörung des Fuselöls durch Oxydationsmittel (Kalium hypermanganicum, Kalium bichromicum, u. s. w.) oder auf eine Überführung in minder unangenehm riechende und wirkende Verbindungen (Amyläther), theils auf eine Abscheidung

des Fuselöls durch ausgeglühte Holzkohle oder durch fractionierte Destillation hinaus. Die Kohle wirkt nicht nur mechanisch, indem sie Fuselöle absorbiert, sondern auch chemisch, indem der in ihr verdichtete Sauerstoff einen Theil des Alkohols zu Aldehyd verbrennt.

Die Abwässer der Spiritusindustrie haben im allgemeinen die gleiche sanitäre Bedeutung wie jene der Zuckerfabriken.

Stärkefabriken, Brauereien.

Die Fabrication der Stärke aus Weizen geschieht gegenwärtig meist in der Art, dass man die ganzen oder die verschroteten Weizenkörner durch Aufquellen in Wasser einem Fäulnisprocess unterwirft, wodurch der Kleber des Getreidekornes in Lösung übergeht, während sich das Stärkemehl leicht abschlämmen und durch Absitzen sammeln lässt. Dann findet das Trocknen statt. Während des Fäulnisprocesses entwickelt sich ein arger Gestank. Die Gase, welche den Gestank bedingen, enthalten vorwiegend organische, flüchtige Säuren und Zersetzungsproducte des Klebers. Sie sollen in die Feuerung abgeleitet werden.

Die Aufquell- und Schlammabwässer sind ganz besonders zu beachten. Sie sind sauer, stinkend, trübe und geben beim Destillieren mit Kalk: Ammoniak, Äthylamin, Triäthylamin, Propylamin, Amylamin, Butylamin. Weiters ist in ihnen nachgewiesen: Essig-, Propion-, Butter-, Baldrian-, Capron-, Benzoë-, Ameisen-, Milch-, Bernstein- und Oxalsäure. Auch Leucin, veränderter und unveränderter Kleber ist darin in wechselnder Menge enthalten. Diese Abwässer eignen sich sehr gut zur Wiesenberieselung. Die chemische Reinigung, hauptsächlich Kalkmilchfällung, gibt ebensowenig wie bei der Zuckerindustrie voll befriedigende Resultate.

Bei der Fabrication der Kartoffelstärke werden die Kartoffeln zerrieben und die Stärke abgeschlämmt. Die Abwässer sind weniger verunreinigt als bei den Weizenstärkefabriken, weil die Kartoffel weniger in Wasser lösliche Bestandtheile besitzt.

Der Verlust des Weizenklebers ist bei der Stärkefabrication im volkswirtschaftlichen Interesse sehr zu beklagen. Es sollten die Industrien thunlichst nach seiner Gewinnung trachten.

Ähnliche Abwässer wie bei der Weizenstärkefabrication entstehen auch durch das Einweichen (Einquellen) der rohen Gerste zum Zwecke der Malzbereitung inbezug auf diese Abgänge, sowie auf alle Abwässer aus den Gährlocalitäten, Eiskellern etc. gelten die gleichen sanitären Gesichtspunkte, die wir oben hervorgehoben haben.

Bierbrauereien belästigen ihre Nachbarschaft sehr oft durch den eigenthümlichen Geruch, durch den Gestank und Rauch, der beim Verpichen der Fässer entsteht. Das Verpichen sollte nur auf abgelegenen Orten geduldet werden.

Dreizehntes Capitel.

Industrielle Verwertung der Thierstoffe.

Schlachthäuser.

In allen Schlachthäusern entstehen reichliche Abfälle von leicht faulenden organischen Substanzen: Blut, Harn, Magen- und Darminhalt, Spül- und Waschwässer, Gewebstheile aller Art, Haare und Borsten. Wenn diese Bestandtheile nicht in geordneter Weise entfernt werden, entstehen mannigfache Übelstände. Ein Privater ist selten in der Lage, in befriedigender Weise für die Gesundheitstauglichkeit eines Schlachthauses zu sorgen, weshalb die Centralisierung der Schlachtstätten erstrebt werden muss.

Das Schlachthaus muss günstig gelegen sein, directe Zufuhr des Viehes durch Eisenbahntransport gestatten; es muss luftig gebaut sein und glatten, leicht spülbaren Boden besitzen. Verbunden mit dem Schlachthause sollen Viehställe sein, ferner Räume zur Lagerung der Häute, sowie für Fleisch. Bisweilen findet man auch Talgschmelzereien und Bluttrocknungsanstalten angelegt, ferner Wascheinrichtungen für die Därme und Brühkessel der Schweine.

Magen- und Darminhalt werden am besten in Tonnen gesammelt und abgefahren, die Abwässer den Canälen zugeführt, eventuell nach chemischer Reinigung oder bisweilen zur Berieselung benutzt.

Der centralisierte Schlachthausbetrieb erlaubt leicht Controle des Fleisches und verhütet eine unappetitliche Behandlung desselben.

Abdeckereien.

In die Abdeckereien gelangen die Leichen der Thiere; vielfach tragen die Thiere die Keime von Krankheiten an sich, welche wieder auf andere Thiere oder selbst auf den Menschen übertragen werden können.

Der Transport von an Seuchen gefallenen Thieren zur Abdeckerei sollte stets unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln, in einem dichten Wagen stattfinden.

Die Leichentheile an Seuchen kranker Thiere müssen vernichtet werden, meist geschieht dies durch Begraben; es sollte dabei ähnliche Rücksicht in der Auswahl des Begräbnisplatzes statthaben, wie wir sie früher auseinandersetzten. Rationeller ist die Verwertung des Cadavers zu technischen Zwecken, wenn diese Methoden vollkommene Sterilisierung aller Theile und Producte gewährleisten. Solche sind:

1. Zersetzung der Cadaver durch Säuren oder Alkalien bei gespanntem Dampf; man erhält dabei Leim, Knochenmehl, Fleischdünger.

2. Die Trockendestillation, wobei vollkommene Verkohlung erreicht wird.

In vielen Fällen, namentlich bei Landgemeinden, wird wohl stets das Verscharren die Beseitigungsmethode für Thierleichen bleiben; meist werden die Cadaver nach Abnahme der Haut, Hörner, Hufe eingegraben, manchmal aber auch Fett, Muskel, Knochen, Därme den Thieren entnommen. Hörner und Klauen wandern in die Fabriken von Berlinerblau und Ammoniak und in Kammfabriken. Da die genannten Thiertheile oft lange Zeit in den Abdeckereien lagern, ist stets die Verbreitung übler Gerüche gegeben. Abdeckereien sind nie in der Nähe bewohnter Orte zu gestatten. Es ist nicht ausgeschlossen, dass von Seiten der Abdecker durch den Verkauf der Thierproducte Verschleppungen von Krankheiten vorkommen. Besonders häufig werden auf Abdeckereien Schweine gehalten, die meist trichinös zu sein pflegen. Verbot des Haltens ist dringend nothwendig.

Knochenindustrie.

Die Knochen dienen zur Fabrication des Knochenleims, zur Spodiumerzeugung, zur Gewinnung des Superphosphats, zur Darstellung des Phosphors. Die Aufbewahrung der Knochen in Lagerräumen ist von hervorragendem sanitären Interesse. Die Knochen enthalten nämlich ihnen auflagernde oder in ihnen eingeschlossene Stoffe verschiedener thierischer Gewebe. Diese Substanzen faulen und verwesen fortwährend, wenn sie feucht sind, und können durch Fäulnisgeruch die Umgebung arg belästigen, oder wenn die Räume dicht geschlossen sind, so sammeln sich die Fäulnisgase derart an, dass Personen, die solche Räume zuerst betreten haben, bewusstlos hinstürzten und an Erstickung starben. Liegen die Knochen frei, so werden sie durch das Regenwasser maceriert. Letzteres erwirbt hierdurch eine so reiche Menge löslicher Zersetzungsstoffe, dass es leicht zur Ursache von Boden- und Wasserverderbnis werden kann.

Der Gestank der Knochenlager lockt die bekannten Speckkäfer an, die sich in kurzer Zeit in zahlloser Menge ansammeln und sich rasch vermehren. Diese Käfer und ihre Larven sind für die ganze Umgebung eine große Plage. Knochenlager sollten nur dann geduldet werden, wenn die günstigen Verhältnisse der Örtlichkeit und Anlage eine Belästigung der Nachbarschaft ausschließen, wenn diese Knochenlagerräume trocken liegen und dem Luftzuge ausgesetzt sind. Selbstverständlich ist es dringend geboten, die Errichtung von Knochenlagern in bewohnten Häusern unbedingt zu untersagen.

Ein zweckmäßiges Mittel, die Geruchsbelästigung der Knochenmagazine zu vermeiden, besteht in der Behandlung der Knochen mit Kalkmilch; die Knochen werden in Körbe gefüllt und in Kalkmilch getaucht.

Knochensiedereien, Knochenleim.

Fast alle Knochen, die zu irgend einem industriellen Zwecke verarbeitet werden, pflegt man, um sie vollständig auszunutzen, zuerst zu entfetten. Es geschieht das in den Knochensiedereien durch Auskochen der Knochen in Metallkesseln. Das Knochenfett begibt sich hierbei an die Oberfläche und kann abgeschöpft werden. Das Kochwasser wird reich an Leim und kann entweder als Leimlösung oder als Zusatz zu Düngemitteln verbraucht werden. Niemals sollten diese Auskochwässer einfach weggegossen werden, da sie außerordentlich leicht in Fäulnis übergehen und einen widerlichen Geruch verbreiten. Die beim Kochen sich entwickelnden Dämpfe (Fettsäuren, Ammoniak) sind mittelst eines Schlotes in den Kamin zu führen oder, wenn die Knochensiederei in einem größeren Umfange arbeitet, in die Feuerung zu leiten und zu verbrennen.

Die entfetteten Knochen werden getrocknet, und wenn sie zu Drechslerwaren verwendet werden sollen, meist noch ein zweitesmal mit Benzol oder Terpentinöl entölt. Geschieht das Trocknen nicht auf hohen und luftigen Speichern, so entsteht auch hierbei ein widerlicher Geruch.

Nach dem Seltsam'schen Patent wird die Extraction des Fettes mit Benzin mit großem Erfolge eingeführt. In einem Cylinder von Kesselblech werden die gröblich zerkleinerten Knochen der Einwirkung des Benzins 12 Stunden lang unter einem Druck von $1\frac{1}{2}$ Atmosphären ausgesetzt, wodurch sie vollkommen entfettet werden. Die aus Fett und Benzin bestehende gelbe Flüssigkeit und die im Extractionscylinder noch befindlichen Knochen werden durch directes Einleiten von Wasserdampf erhitzt, wodurch das Benzin abdestilliert und condensiert wird.

Aus den entfetteten Knochen kann Knochenleim gewonnen werden, indem man die Kalksalze (Calciumphosphat) der Knochen durch Salzsäure entfernt und zur Phosphorfabrication verwendet, das Ossein aber mit Wasser verkocht (s. Leimfabrication).

Knochendünger, Knochenkohle.

Die Superphosphatfabrication aus Knochen. Knochenabfällen, Leder, Leimabfällen ist eine Industrie, die unter Umständen die größten Belästigungen verursachen kann.

Die Herstellung der verschiedenen Superphosphatpräparate beginnt mit einer Operation, die man Dämpfen nennt.

Man bringt das Rohmaterial in aufrechtstehende Cylinder, Digestoren, leitet dann in diese Gefäße einen Dampfstrahl von $3^1/_2$ bis 6 Atmosphären ein und lässt diesen gespannten Dampf mehrere Stunden lang einwirken. Man muss im Anfang dieser Operation die in dem Gefäß enthaltene Luft mittelst eines Ventils ablassen, wobei ein Gas entweicht, das durch seinen im höchsten Grade penetranten Geruch die Umgebung weithin verstänken kann, wenn nicht dafür gesorgt ist, dass diese Gase unter die Feuerung geleitet und verbrannt werden. Ebenso muss nach beendetem Dämpfen der abgelassene, überflüssige Dampf aus den Digestoren unter die Feuerung geführt werden. Beim Dämpfen sammelt sich am Boden der Digestoren eine übelriechende Leimlösung an, aus der sich beim Erkalten Fett von talgartiger Beschaffenheit ausscheidet. Dieses findet in Seifensiedereien Verwendung. Die Leimlösung selbst wird zur Düngerfabrication verwendet.

Nach dem Dämpfen werden die Knochen getrocknet. Geschieht dieses Trocknen an freier Luft, so kann die Atmosphäre in der Nachbarschaft bis auf 20 bis 30 Minuten Entfernung höchst übelriechend werden. Diese Belästigung wird abgeschwächt, wenn das Trocknen durch künstliche Erwärmung mit Apparaten vorgenommen wird, welche die mit diesen Stoffen geschwängerte Luft der Feuerung zuführen. Dagegen genügt die einfache Ableitung der beim Trocknen entstehenden Stinkgase in einem Schlot bei einem größeren Betrieb nicht. Die gedämpften Knochen zerfallen leicht beim darauffolgenden Mahlen und Sieben und werden dann durch Behandlung mit Schwefelsäure, welche sich diese Industrien häufig selbst in Bleikammern bereiten, in Superphosphat übergeführt. Es bilden sich hierbei schwefeligsaure und außerdem andere widerlich riechende Dämpfe, für deren Unschädlichmachung dadurch gesorgt werden kann, dass man die Dämpfe der Feuerung zuleitet.

Die Knochenkohle, Spodium, Beinschwarz, wird zum Entfärben von Flüssigkeiten, namentlich zum Entfärben des Zuckersaftes bei der Zuckerfabrication benutzt, und durch trockene Destillation der Knochen hergestellt.

Gegenwärtig werden die Knochen fast überall in Retorten oder Cylindern bei Abschluss der Luft bis zur Rothglut erhitzt und die hierbei neben der Knochenkohle entstehenden gasförmigen Producte nach ihrer Reinigung zur Beleuchtung, die flüssigen (theerigen) zur Ammoniakfabrication und in der Theerindustrie verwendet. Die Darstellung der Knochenkohle fällt demnach in sanitärer Beziehung unter die Gesichtspunkte der Destillation thierischer Substanzen zum Zwecke der Ammoniakgewinnung.

Phosphorindustrie.

Die Knochen sind das Material zur Phosphorfabrication. Das Verfahren der Phosphorgewinnung zerfällt in folgende vier Operationen:

1. In das Weißbrennen der Knochen; 2. in das Zersetzen der Knochen durch Schwefelsäure und Eindampfen des sauren phosphorsauren Kalkes mit Kohle; 3. in das Destillieren des Phosphors; 4. in die Raffination des Phosphors.

Das Brennen der Knochen geschieht gegenwärtig vollkommen geruchlos in dem Fleck'schen Ofen (Fig. 255). Das Princip dieses Ofens besteht darin, dass der Schacht

geschlossen ist und die Gase über den Rost einer anderweitigen Feuerung *d* geführt und daselbst verbrannt werden. Die Beschickung geschieht durch eine seitliche Öffnung *a*. Die weißgebrannten Knochen werden pulverisiert.

Die zerkleinerte Masse wird mit Schwefelsäure vermischt, wobei höchst schädliche Gase, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Blausäure, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff sich bilden. Diese Gase sind abzuleiten.

Hierauf wird die sauren phosphorsauren Kalk und Gyps enthaltende Lauge mit Holzkohle vermengt, eingedampft und dann neuerdings erhitzt (calciniert). Durch die Calcination entwickelt sich schwefelige Säure, Kohlensäure und Kohlenoxyd in bedeuten-

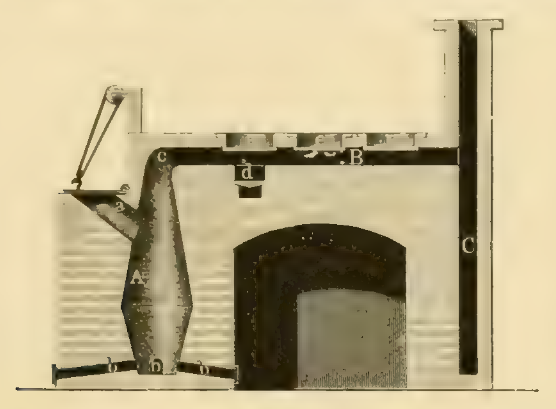


Fig. 255.

der Menge. Wenn Anwohner nicht berücksichtigt werden müssen, z. B. bei allseitig und ausreichend isolierter Lage der Fabrik, genügt die Abführung der Gase in einen gut ziehenden Schornstein.

Zur Phosphordestillation füllt man das calcinierte Gemenge in feuerfeste irdene Retorten, welche in der Regel Flaschenform haben (Fig. 256 *a*). Dieselben werden mittelst eines Vorstoßes mit den Vorlagen (Fig. 256 *b*, *c*) aus Töpferthon verbunden.

Die Retorten werden dann erhitzt, und es beginnt die eigentliche Phosphordestillation.

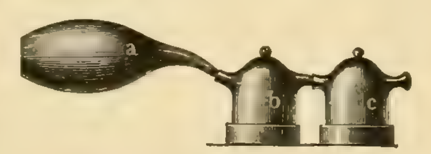


Fig. 256.

Da bei dieser Destillation auch selbstentzündlicher Phosphorwasserstoff auftritt und gefährliche Explosionen veranlasst, so versetzt man das Wasser in den Vorlagen *b*, *c*, mit Soda und Säure; die dabei sich entwickelnde Kohlensäure verdrängt die Luft, und da es dann an Sauerstoff fehlt, kann keine Explosion stattfinden.

Die beim Glühen der Retorten sich entwickelnden Gase werden häufig an dem Ausflussrohr der Vorlage *c* verbrannt. Das Verbrennen dieser Dämpfe im Locale selbst sollte wegen der höchst schädlichen Natur derselben nicht zugelassen werden, sondern diese Verbrennungsproducte durch horizontalliegende, mit nassem Coaks gefüllte Steingutröhren passieren. Der Coaks enthält dann phosphorige, Phosphor- und arsenige Säure, welche Stoffe sehr gut verwertet werden. Der in den Vorlagen angesammelte Rohphosphor enthält viele mechanisch beigemengte Unreinigkeiten, von denen er durch Filtration oder Destillation oder auch durch Auflösen in Schwefelkohlenstoff befreit wird.

Bei der Destillation des zu rectificierenden Phosphors müssen die gleichen Vorsichten beobachtet werden wie bei der Rohdestillation.

Der gereinigte Phosphor erhält meist die Form von Stangen durch Einsaugen des unter Wasser geschmolzenen Phosphors mittelst des Mundes in Glasröhren, Erkaltenlassen dieser im Wasser und Ausstoßen der Phosphorstangen. Dass durch dieses Verfahren die Arbeiter recht gefährdet sind, ist leicht begreiflich. Die Gefahr lässt sich vermeiden, wenn man zum Ansaugen des Phosphors Kautschukballons oder eine andere Saugvorrichtung verwendet.

Der Phosphor muss stets unter Wasser aufbewahrt werden. Die Transportgefäße des Phosphors sind entweder mit Wasser gefüllte Blechbüchsen oder mit Paraffin getränkte und von außen lackierte, hölzerne, wassergefüllte Fässchen.

Zündhölzchenfabrication.

Eine der wichtigsten gewerblichen Verwendungen des Phosphors ist die zu Reibzündhölzchen.

Die Zündmasse derselben besteht aus Gummi (oder Dextrin), Phosphor und aus Substanzen, die Sauerstoff leicht abgeben: chlorsaures Kali, salpetersaures Blei, Bleihyperoxyd, Braunstein, Mennige. Zur Bereitung der Zündmasse löst man Gummi oder Dextrin in warmem Wasser auf und setzt alsdann Phosphor, die Oxydationsmittel und etwaige Farbstoffe zu.

In offenen Gefäßen entwickelt sich dabei Phosphordampf, der abgeleitet werden muss. Besser sind völlig geschlossene Rührapparate, die so eingerichtet sind, dass die sich entwickelnden Dämpfe während des Kochens der Masse durch zum Schornstein gehende Leitungsröhren sofort völlig abgeführt werden. Die Hölzchen werden zuerst in flüssigen Schwefel (oder in Wachs und Paraffin) und alsdann in die Zündmasse getaucht und schließlich in besonderen Räumen, meist durch Luftheizung, zum Trocknen gebracht.

In Phosphor- und Zündhölzchenfabriken ist es stets der bei der Verdunstung des Phosphors entstehende, Phosphor und Oxydationsproducte des Phosphors enthaltende Dampf, der die unter dem Namen Phosphornekrose bekannten Erkrankungen der Kiefer der Arbeiter verursacht. Bemerkenswert ist, dass die Phosphornekrose viel seltener in den Phosphorfabriken als in den Phosphorzündhölzchenfabriken vorkommt. In letzteren werden wieder jene Arbeiter von dieser Krankheit am häufigsten befallen, welche in Räumen beschäftigt sind, wo Phosphordampf die Luft erfüllt. Namentlich die beim Trocknen entstehenden Dämpfe verderben die Luft der Zündhölzchenfabriken am meisten und sind eine beständige Gefahr für die Arbeiter.

Es hängt der Eintritt der Phosphorvergiftung von dem Zustand der Zähne des Arbeiters, seiner Disposition, seiner Ernährung, seinem Reinlichkeitssinn, dann aber auch von den Einrichtungen der Zündhölzchenfabrik ab.

Mit Rücksicht auf diese Erfahrung, dass der Phosphordampf die Ursache des erwähnten Leidens ist, hat man zuerst angeordnet, dass diejenigen Locale, wo dieser Dampf vorzugsweise auftritt (Tauch- und Trockenlocale) von allen übrigen völlig separiert werden. Weiter verlangt man für alle Locale, in welchen die Arbeiter verkehren, energische Ventilation. Die Trockenkammern sollen gewölbt, cementiert und mit Abzugsröhren versehen sein, welche letztere in ein Hauptrohr münden, das außerhalb der Kammer liegt und direct in den Schornstein führt, der für die Heizung des Fabriksofens dient. Selbstverständlich muss den Arbeitern das Essen, Trinken und Rauchen in der Fabrik verboten, dagegen Reinhaltung des Mundes durch häufiges Ausspülen, Waschen der Hände und Wechseln der Kleider beim Verlassen der Fabrik zur Pflicht gemacht werden. Vielfach wird darauf aufmerksam gemacht, dass

hauptsächlich solche Arbeiter erkranken, welche cariöse Zähne haben und dass cariöse Zähne die Eingangspforten für das Gift sind.

Man hat das Terpentinöl als Antidot des Phosphors zur Einführung in den Zündhölzchenfabriken empfohlen. Mehrfache Beobachtungen sprechen dafür, dass unter dem Einflusse des Terpentinöls die Phosphornekrose nur höchst selten zustande kommt. Doch ist zu berücksichtigen, dass das Terpentinöl selbst auf viele Menschen nachtheilig wirkt.

Der weiße Phosphor findet noch eine andere, sanitär bedeutsame Verwendung, nämlich als Mittel zur Vertilgung von Ratten, Mäusen und anderem Ungeziefer. Gegen diese Verwendung des Phosphors werden gewisse Bedenken geltend gemacht: Die Feuergefährlichkeit und die Giftigkeit solcher Präparate.

Die phosphorhaltigen Talgcompositionen, welche Verwendung finden, sind nur feuergefährlich, wenn gröbere Phosphorstückchen in ihnen enthalten sind. Vergiftungen der Menschen können durch Zusatz von Kienruss zur Talgmasse, durch Anwendung ranzigen Talges u. s. w. leicht verhütet werden.

Rother Phosphor.

Der giftige und leicht entzündbare weiße Phosphor ist bei der Herstellung der schwedischen Zündhölzer durch den ungiftigen und nicht leicht entzündbaren rothen oder amorphen Phosphor ersetzt.

Das Köpfchen des schwedischen Zündhölzchens enthält gar keinen Phosphor, sondern besteht aus einem Gemenge von chlorsaurem Kali, Schwefel und verschiedenen Oxydationsmitteln, ist also nicht ganz giftfrei. Die Entzündung des aus dieser Masse geformten Zündhölzchenköpfchens erfolgt durch Reiben an einer Reibfläche, auf welcher amorpher Phosphor, Grauspießglanz, Schwefelkies, Braunstein und Glaspulver aufgetragen ist.

Nach den Untersuchungen von Jolin enthält der zur Fabrication der Reibflächen verwendete rothe Phosphor gegen 2 Procent weißen Phosphor und 1 Procent Arsen.

Mit Rücksicht auf diesen Gehalt an weißem Phosphor drängt sich die Frage auf, ob nicht auch hierdurch Phosphorerkrankungen entstehen können, ferner kommt in Betracht, dass bei der Fabrication der schwedischen Zündhölzchenwaren leicht explodierbare Stoffe als Zünder angewendet werden müssen. Ehe man beim Fabriksbetrieb einem so gefährlichen Körper, wie das chlorsaure Kali ist, Eingang verschafft, scheint es doch der Überlegung wert, ob nicht die hie und da vorkommenden einzelnen Fälle von Kiefernekrose, die übrigens bei Durchführung der besprochenen Schutzmaßregeln vermeidbar sind, leichter hingenommen werden können, als eine durch unvorsichtiges Gebaren mit chlorsaurem Kali nur zu leicht bewirkte Explosion. Bei der Explosion der Zündhölzchenfabrik zu Gothaburg, welche mit rothem Phosphor arbeitete, flogen 41 Arbeiter mit in die Luft. Auch der Gebrauch der schwedischen Zündhölzchen ist gar nicht so gefahrlos, wie man gewöhnlich glaubt. Der oft sehr hohe Gehalt an chlorsaurem Kali verursacht infolge verschiedener zufälliger Anlässe bedeutende Detonationen, die nicht selten Verletzungen herbeiführen.

Der rothe Phosphor wird durch mehrstündiges Erhitzen von gewöhnlichem Phosphor bei einer Temperatur von 230 bis 250° C. dargestellt. Bei dieser Operation destilliert eine ansehnliche Menge von gewöhnlichem Phosphor über und wird unter Wasser aufgefangen. Bei Beginn der Erhitzung entwickelt sich reichlich Phosphorwasserstoffgas, später Arsenwasserstoff, Phosphordampf, welche Gase und Dämpfe bei zweckmäßiger Construction der Apparate in den Kamin abgeführt werden. Rother Phosphor lässt sich durch Schwefelkohlenstoff vom anhaftenden weißen Phosphor befreien.

Gerberei.

Das Leder unterscheidet sich von der Haut dadurch, dass es der Fäulnis in hohem Grade widersteht und auch nach dem Trocknen an der Luft geschmeidig bleibt.

Bei dem Gerbprocess, der in verschiedener Weise, als Rothgerberei, Weißgerberei, Ölgerberei, ausgeführt wird, müssen die thierischen Häute zuerst in geeigneter Weise zur Aufnahme der Gerbmaterialien vorbereitet werden. Dies geschieht in folgender Weise:

Die Felle werden eingeweicht, d. h. 2 bis 10 Tage in einem Bache oder Bottich gelassen, dann durch Schaben an der Fleischseite von Fett, gröberem Bindegewebe, Fleischtheilen befreit und nun ebenso an der Haarseite die Haare und Epidermis abgeschabt, meist nachdem man etwas Gaskalk aufgelegt oder die Felle bei warmer Temperatur etwas faulen (schwitzen) gelassen hat. Nun lässt man die Haut schwellen, indem man sie in Weizenschrot, das in Milchsäuregährung sich befindet, einlegt oder mit Excrementen von Hühnern, Tauben, Hunden und Wasser überschichtet.

Vom hygienischen Standpunkt sind alle diese Proceduren bedenklich. Das Einweichen darf nicht in kleinen Wasserläufen geschehen. Die Abwässer des Einweichens, beim Schaben, Schwellen, dürfen erst nach Reinigung mit Kalk abgelassen oder können zur Rieselung verwendet werden. Die fauligen Abfälle beim Schaben sind bedeckt aufzubewahren und baldigst nach den Leimfabriken zu bringen. Beim Betreten der Schwitzkammer ist wegen der Fäulnisgase Vorsicht geboten. Die gaskalkhaltigen Wässer sind erst nach Klärung abzulassen.

Nach allen diesen Vorbereitungen ist die Haut derart präpariert, dass das eigentliche Gerben nunmehr vorgenommen werden kann. Dies geschieht bei der Rothgerberei, erstens indem man die Häute abwechselnd mit Lohe in Gruben schichtet, oder zweitens, indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrierte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe).

Bei der Weißgerberei findet das Gerben in einer Brühe von Alaun und Bleizucker statt. Bei der Sämisch- oder Ölgerberei gelangen die gereinigten Blößen in Kleienbeize, werden dann ausgewunden, in die Walke gebracht und mit Fett getränkt. Bei letzterer Operation bleibt ein Theil des Öles in der Haut in unverbundenem Zustande und wird durch Pottaschelösung entfernt. Aus der ablaufenden weißen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Degras oder Gerberfett heißt und zum Zurichten des lohgaren Leders verwendet wird.

Zum Einsetzen der Häute in Gruben bedienen sich die Lohgerbereien in den Boden versenkter, wasserdichter Kästen von Eichen- oder Fichtenholz, in welchen die Häute, mit Lohe abwechselnd geschichtet, gelagert werden. Man pumpt dann so viel Wasser zu, dass dieses etwas über der obersten Haut steht. Die Grube wird mit einem Deckel verschlossen und zwei Monate bis zwei Jahre sich selbst überlassen.

Die bei der Lohgerberei sich ergebenden Lohbrühen (welche Fettsäuren, namentlich butter- und propionsaure Verbindungen, gelösten Gerb-

stoff u. s. w. enthalten) können, wenn sie in kleine Wasserläufe frei abgelassen werden, die Fischzucht schädigen und in stagnierenden Gräben Fäulnisprocesse herbeiführen, müssen deshalb mit Kalkmilch gereinigt werden. Zur Berieselung können sie mit Vortheil benutzt werden. Um das Eindringen der Lohbrühe in den Boden zu verhüten, sollten die Bottiche in gemauerte und cementierte Gruben eingesetzt werden.

Aus den obigen Auseinandersetzungen geht hervor, dass der Gerbereibetrieb selbst bei den besten Einrichtungen und der größten Umsicht in der Mehrzahl der Fälle zu erheblichen Belästigungen der Nachbarschaft durch Luft- und Wasserverderbnis führen wird. In sanitärer Beziehung am günstigsten sind Gerbereien dann placiert, wenn sie entsprechend isoliert und an großen Wasserläufen liegen. Neuanlagen sollten nur unter solchen Verhältnissen gestattet werden. Ganz besonders ist die Isolierung der Gerbereien dann nothwendig, wenn in denselben auch das Trocknen der Thierhäute vorgenommen wird. Die faulenden Weichtheile verderben die Luft in weitem Umfange, und es sammeln sich in der Nähe einer solchen Trockenanstalt unzählig viele Schmeißfliegen an, die der Umgebung sehr unangenehm werden. Bei Gerbern kommen häufig Infectionen mit Milzbrandgift vor. Ferner leiden sie häufig an Blutunterlaufungen an den Fingern und an Fingergeschwüren, die sehr schmerzhaft sind (Fingercholera, Nachtigall sind die volksthümlichen Bezeichnungen dieser Krankheiten).

Verarbeitung der Thierhaare.

Hasen-, Kaninchen- und Biberfelle verwendet man zur Filzfabrication. Die Felle werden nach dem Reinigen und Ausklopfen im Freien gestutzt, d. h. es werden die vorstehenden Haare zu gleicher Länge mit den anderen geschnitten. Der hier entstehende Haarstaub verdient die sorgfältigste Beachtung, da er heftige Reizungen erzeugt. Es folgt das Beizen der Haare des Felles mit arsenhaltiger Lösung von Quecksilber in Salpetersäure, Secret genannt. Die eingebeizten Felle werden getrocknet und dann ausgeklopft und enthaart. Die Haare werden dann in einer Trommel durcheinander gemengt und durch mechanisches Bearbeiten in Filz übergeführt. Die Arbeiter tauchen das in Leinwand eingeschlagene Filzmaterial wiederholt in nahezu siedendes, mit Bier- oder Weinhefe, Essigsäure, Schwefelsäure oder Lauge versetztes Wasser und drücken und klopfen es dann.

Wenn in derartigen Etablissements viele Felle angehäuft und unzweckmäßig aufbewahrt werden, oder wenn nicht fleißig gesäubert wird, so stinkt es in der Umgebung solcher Betriebsanlagen bis zur Unerträglichkeit, während bei einem sorgsamen Betriebe diese Industrie die Nachbarschaft weder zu gefährden noch zu belästigen braucht.

Schwierig ist es, die Arbeiter, insbesondere jene, welche das Beizen zu besorgen oder das gebeizte Haar weiter zu verarbeiten haben, genügend gegen die Einwirkung des aus Quecksilbersalzen, Arsenik und feinen Härchen bestehenden, äußerst gefährlichen Staubes zu schützen. Am besten ist die Anwendung von zweckmäßig construierten, den Arbeitstisch umschließenden Glaskästen, deren eine, dem Arbeiter zustehende Wand, mit Öffnungen zum Durchstecken der Hände versehen ist. Im

Übrigen ist die sorgfältigste Ventilation zu fordern. Die flüssigen Abgänge der Filzproduction sind häufig noch quecksilber- oder arsenikhaltig, jedoch nur meist in so geringem Masse, dass deren freier Abfluss in der Mehrzahl der Fälle gestattet werden kann.

Hörner und Hufe.

Hörner und Hufe bedürfen, um zu Drechslerarbeiten verarbeitet werden zu können, einiger vorbereitender Operationen. Dieselben bestehen vor Allem in dem Entkernen, d. h. in dem Entfernen des inneren, markigen, bisweilen blutreichen Kernes durch Maceration der rohen Hufe und Hörner in mit Wasser oder mit verdünntem Harn gefüllten Bottichen. Die Macerationswässer, gewöhnlich wiederholt gebraucht, eignen sich, mit Kalk versetzt, vortheilhaft zu Dungzwecken.

Bei der Maceration des Hornmaterials entstehen reichlich übelriechende Dämpfe. Auch kann die Umgebung durch die Magazine, in welchen die rohen und frischen Hörner und Hufe liegen, sehr molestiert werden. Hingegen verursacht das Lagern gut getrockneter Horngebilde nur einen unbedeutenden Geruch. Die macerierten Rohmaterialien werden wieder mit Wasser, dem etwas saure Lohbrühe zugesetzt wird, ausgewaschen. Die hierbei entstehenden Abwässer wird man in der Regel in die Canäle oder in die Wasserläufe frei ablassen können.

Die gereinigten Hornmaterialien werden mit rothglühendem Eisen geschnitten und aufgeschlitzt. Da sich hierbei der bekannte, sehr widerliche Geruch entwickelt, so sollten die Dämpfe in eine Feuerung geleitet werden.

Hierauf folgt das Pressen der Hornsubstanz zwischen mit Fett eingeriebenen Kupferplatten bei 100°. Es entwickeln sich auch bei diesem Vorgange üble, aus dem heißen Fett stammende Gerüche, die für die Arbeiter recht lästig werden können, wenn die Fabrikslocalitäten nicht luftig, hoch und gut ventiliert sind.

Leimfabrication.

Die Stoffe, aus denen der Leimsieder den Leim darstellt, werden Leimgut genannt und sind gewöhnlich Abfälle, und zwar Abfälle der Gerberei, der Küchenwirtschaft, der Handschuh- und Filzfabrication, Katzen-, Hundefelle, Ochsenfüße, Flechsen, Gedärme, Lederabschnitzel der Sattler, Riemer, Kürschner, Schuhmacher u. s. w.

Die Magazinierung des Leimgutes ist nach den gleichen Gesichtspunkten zu beurtheilen, wie die Aufbewahrung der Knochen.

Die Verarbeitung des Leimgutes beginnt mit dem Kalken desselben. Es hat den Zweck, durch Lagern in Kalkmilch das leimgebende Gewebe von Fett und allen fleischigen und blutigen Theilen zu trennen. Die kalkhaltigen Macerationswässer enthalten besonders buttersaures, baldriansaures und propionsaures Calcium und können, mit Erde vermischt, als Dungstoff sehr gut verwendet werden. Das gekalkte Leimgut wird gewaschen. Meist wird die Reinigung der Waschwässer vor ihrem freien Ablassen nothwendig sein. Hierauf folgt das Versieden des Leimgutes. Hierbei entwickeln sich stinkende Gase und Dämpfe, darunter Ammoniak und Schwefelammon, welche aus Rücksicht für die Arbeiter und Anwohner unter den Rost der Feuerung zu leiten und

zu verbrennen sind. Nach vollendetem Versieden wird die Leimlösung durch längeres Absitzen in Decantiergefäßen — Leimkufen — geklärt, hierauf in Formen gegossen und schließlich getrocknet. Oft verursachen plötzlich eintretende ungünstige Witterungsverhältnisse die Fäulnis der ganzen zum Trocknen bestimmten Gallerte, wodurch ein sehr belästigender Gestank entsteht, der selbst in der weiteren Umgebung der Fabrik wahrgenommen wird.

Wegen der vielfachen, eben geschilderten, zum Theil nicht vermeidbaren Übelstände des Leimsiedereibetriebes sollen nur bei genügend isolierter Lage Leimsiedereien geduldet werden.

Düngerfabriken.

Da zur Düngerfabrication nebst Knochen die verschiedenartigsten Stoffe: Abdeckerei- und Schlächtereiabfälle, ganze Seefische, Fischabfälle, Nebenproducte aller jener Betriebe, die thierische Substanzen verarbeiten, Excremente der Menschen, faulende stickstoff-, phosphor- und kalihaltige Substanzen aller Art in mannigfacher Weise verwendet werden, so lassen sich allgemeingiltige und für jeden Fall zutreffende Grundsätze darüber, was die Sanitätspolizei mit Bezug auf Düngerfabrication zu beachten und zu leisten hat, nicht geben.

Bei der Poudrettefabrication ist die Belästigung der Nachbarschaft wesentlich von der guten Construction der Einrichtung abhängig. Es gibt Poudrettefabriken, welche mit geschlossenen Apparaten arbeiten und nicht einmal in der Fabrik eine Belästigung durch üblen Geruch wahrnehmen lassen.

Talgschmelzen und Seifenfabrication.

Das Auslassen des Talges, das Befreien des Rohtalges von den „Grieven" (dem Zellgewebe) geschieht in allen Fällen durch Erwärmung.

Die Talgschmelzereien belästigen, weil sich bei dem Erhitzen des Rohtalges, und zwar mehr oder weniger bei jeder Art von Fettschmelzerei, ein übler Geruch bildet, die Nachbarschaft weithin in hohem Grade.

Der üble Geruch hängt davon ab, ob frisches Fett oder aber schon ranziges Fett verwendet war, ferner von der Art der Erhitzung. Wird der Talgkessel auf freiem Feuer erhitzt, so brennt das Fett leicht an und entwickelt Acroleïn. Vielfach benutzt man deshalb Wasser- oder Dampfheizung bei der Erwärmung oder auch directes Einleiten von Dampf. Kein Verfahren ist aber geruchlos.

Man hat vorgeschlagen, die Dämpfe aus den geschlossenen Kesseln durch mit Kalk gefüllte Absorptionskammern zu leiten.

Die Talgschmelzereien sind häufig mit Seifensiedereien verbunden.

Die Herstellung der Seifen geschieht in der Großindustrie meist durch mehrstündiges Kochen von Fetten mit Natron oder Kalilauge.

Dabei bilden sich die fettsauren Alkalien (Seife), und außerdem wird Glycerin frei. Diese Masse erstarrt beim Erkalten des Kessels zu einer leimartigen Masse — Seifenleim. Doch pflegt man meist noch in der Wärme durch Zugabe von Kochsalz die Seife abzuscheiden. Letztere sammelt sich an der Oberfläche an und ist um so fester, jemehr man Kochsalz zugegeben hat. Die Ausfällung der Seife beruht nur auf Wasserentziehung.

Die Unterlauge enthält namentlich Kochsalz, Natron, Glycerin. Die Unreinigkeit der Seife erzeugt die natürliche Marmorierung.

Das Marmorieren der Seife wird oft künstlich erzeugt durch Zusatz von Zinnober und Ultramarin. Zum Färben und Parfümieren der Seife werden die verschiedenartigsten Farbstoffe und Riechstoffe benutzt, darunter auch bedenkliche.

Wird Kali (Pottasche) mit Fetten verseift, so erhält man Seifen, welche an der Luft nicht austrocknen. Man nennt diese Kaliseifen Schmierseifen. Nach dem Erkalten bildet sich eine weiße Masse, welche auch das ausgeschiedene Glycerin enthält.

Seifenfabriken belästigen dann am meisten, wenn sie ihren Talg selbst schmelzen und die Lauge selbst bereiten. Beziehen sie diese aus dem Handel, so hängt der Grad ihrer Belästigung von der Einrichtung ab, mit der das Seifensieden stattfindet.

Bei der Bereitung der Lauge wird Pottasche oder Soda mit gebranntem Kalk gekocht. Die hierbei entstehende Lösung enthält das kaustische Alkali, während der Ätzkalk zum Theil in kohlensauren Kalk umgewandelt wird. Dem Kalk hängen stets noch mehr oder weniger Reste von kaustischen Alkalien an. Bleibt dieser Kalk längere Zeit in der Fabrik ohne Vorsicht frei oder in Haufen liegen, so können durch die ihn auslaugenden Meteorwässer benachbarte Brunnenwässer leicht verdorben werden. Diese Massen sollten deshalb bis zu ihrer Abholung (sie dienen meist als Düngemittel) in wasserdichten Behältern oder Gruben aufbewahrt werden.

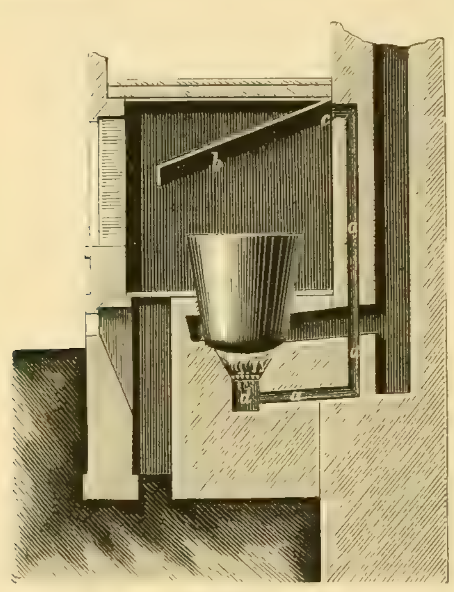


Fig. 257.

Durch die bei der Verseifung auftretenden üblen Gerüche werden Seifensiedereien in der Regel zu einer üblen Nachbarschaft.

Das beste der bisher bekannten Mittel zur Abhilfe gegen diese Belästigung besteht darin, die Verseifung unter einem den Kochkessel völlig einschließenden Dampffang Fig. 257 *b c*) vorzunehmen, in dem alle Dämpfe gesammelt und durch eine oder mehrere im Mauerwerk des Ofens angebrachte Röhren *aa* unter den Rost der Feuerung *d* abgeleitet und daselbst verbrannt werden. Das Durchführen der Röhren durch das Mauerwerk ist nöthig, damit diese stets bei solcher Temperatur erhalten bleiben, dass eine Condensation des Wasserdampfes in ihnen nicht zu Stande kommen könne.

Wie bereits erwähnt, wird die Unterlauge der Seifensiederei meist bei der Glycerinfabrication verwertet. Wo dies nicht der Fall ist und eine unschädliche Beseitigung, Verwertung oder Bearbeitung dieser Fabriksabgänge nicht möglich ist, ist die Concessionierung von Seifensiedereien zu verweigern.

Stearinfabrication.

Die Fabrication der Stearinkerzen zerfällt in zwei Processe: 1. in die Spaltung des Fettes (Talg, Palmöl), in Fettsäuren und Glycerin, und 2. in das Formen der abgeschiedenen Fettsäuren zu Kerzen. Die Darstellung der Fettsäure findet in verschiedener Weise statt, und zwar:

a Durch Verseifung mit Kalk. Hierbei werden Talg und Palmöl in mit Bleiblech ausgefütterten Holzbottichen mit Kalkmilch einige Stunden im Sieden erhalten. Es bildet sich nun einerseits harte, krümliche Kalkseife und andererseits eine gelbliche Glycerinlösung, welche abgezapft und auf Glycerin verarbeitet wird. Die so erhaltene Kalkseife wird mittelst Mineralsäuren (Salz- oder Schwefelsäure) zersetzt. Durch den Zusatz von Mineralsäure scheidet sich die fette Säure, ein Gemenge von Stearin-, Palmitin- und Oleinsäure darstellend, ab und wird nach vollständiger Ausscheidung mit Wasser wiederholt gewaschen, um von den anhängenden Kalksalzen befreit zu werden.

Ein Theil dieser öligen Schicht erstarrt, indem die fetten Säuren krystallisieren; der nicht fest gewordene Theil, der wesentlich aus Ölsäure besteht, wird zuerst in der Kälte, dann unter Mitwirkung von Wärme ausgepresst. Die Ölsäure wird zur Schmierfabrication verwendet. Die ausgepressten, von Ölsäure befreiten fetten Säuren werden noch einer Läuterung unterzogen, die darin besteht, dass man dieselben mit Dampf unter Zusatz einer sehr verdünnten Salz- oder Schwefelsäure schmilzt und hierauf mit sodahaltigem Wasser mehrmals wäscht, bis alle Mineralsäure entfernt ist.

Die so erhaltenen Fettsäuren werden zu Kerzen verarbeitet.

Bei dieser Art von Stearinsäurefabrication sind besonders zwei Betriebsmomente von sanitärer Wichtigkeit. Vorerst ist zu berücksichtigen, dass bei jedem Schmelzen von Fett ein unangenehmer Geruch entsteht, dann aber müssen besonders die Abwässer vor ihrem Ablauf neutralisiert und gereinigt werden.

Immerhin ist die Stearinsäurefabrication durch Kalksaponification unter allen Methoden jene, welche die Anwohner noch am wenigsten belästigt.

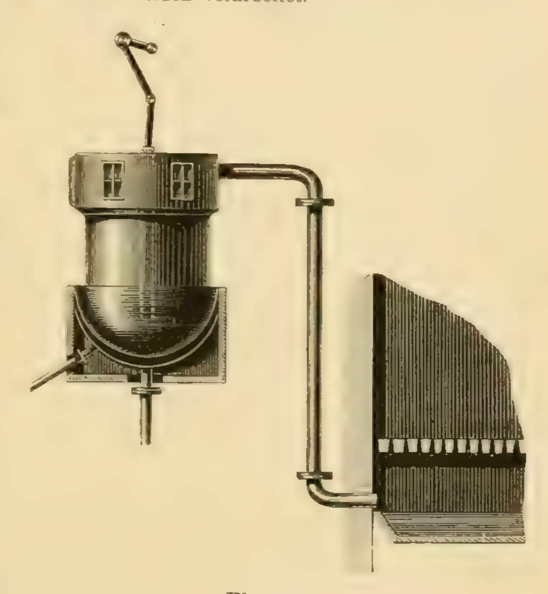


Fig. 258.

b) **Durch Verseifung mit Schwefelsäure und darauf folgende Dampfdestillation. Die Fette erleiden durch concentrierte Schwefelsäure eine ähnliche Zersetzung wie durch die Alkalien. Es bildet** sich Glycerinschwefelsäure und die fetten Säuren werden ausgeschieden. Diese Methode bietet dem Fabrikanten den großen Vortheil, dass bei derselben auch solche Fette benutzt werden können, die wegen ihrer Beschaffenheit und der Verunreinigungen, die sie enthalten, zur Kalkverseifung nicht anwendbar sind, so z. B. das Knochenfett, die Fettabfälle der Schlächtereien, der Küchen, die Producte der Zersetzung der Seifenwässer der Wollspinnereien und Tuchfabriken.

Dieser ökonomische Vortheil ist aber zugleich ein schwerwiegender sanitärer Nachtheil, da die Belästigung der Nachbarschaft durch das Aufbewahren der Rohmaterialien und beim eigentlichen Betrieb sehr empfindlich und niemals ganz zu vermeiden ist.

Der Betrieb gestaltet sich hierbei in folgender Weise: Zuerst wird das Rohfett geschmolzen und dann mehrere Stunden der Einwirkung von concentrierter Schwefelsäure bei einer Temperatur von 115 bis 117° C. ausgesetzt. Bei diesen Operationen entwickeln sich reichlich fettsäurehaltige, höchst unangenehme Stinkstoffe, große Mengen von schwefeliger Säure und Acroleïndämpfe. Es gehören vorzügliche Einrichtungen dazu, um diese Übelstände in genügender Weise zu verhüten. Rationell eingerichtete Fabriken bedienen sich folgender Einrichtung: Sie zersetzen das Fett mit Schwefelsäure in einem mit Blei ausgeschlagenen doppelwandigen Kessel (Fig. 258), der durch in seinem Mantel circulierenden, gespannten Wasserdampf auf 115° C. erhitzt wird. Über dem Kessel be-

findet sich ein mit Blei belegter Eisenblechaufsatz der mit einem Deckel versehen ist, in welchem sich zwei Beobachtungsfenster und ein Mannloch zum Füllen des Apparates befinden. Seitlich von dem Aufsatze geht ein Gasableitungsrohr ab, welches die Stinkgase in die Feuerung führt.

Bei dieser Einrichtung findet wohl eine Verbrennung und Unschädlichmachung der fettsauren Verbindungen statt, nicht aber die der schwefeligen Säure, welche, wie bereits erwähnt, in massenhafter Weise auftritt und ganz besonders zu berücksichtigen ist. Es ist deshalb in Vorschlag gebracht worden, die Dämpfe in Coaksthürme zu leiten, in denen Kalkmilch den eindringenden Dämpfen entgegenfließt.

Die Coaks können wieder zum Verbrennen benutzt werden, sobald sich aus dem schwefeligsauren Calcium allmählich Gyps gebildet hat.

Durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Fett bildet sich Glycerinschwefelsäure, welche in der Glycerinfabrication vortheilhafte Verwendung findet, und es scheiden sich die Fettsäuren aus, jedoch in so unreiner Form, dass sie ohne eine weitere Reinigung unverwendbar wären. Namentlich sind es harzige Substanzen, welche, durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das Rohfett entstanden, den Fettsäuren beigemischt sind und denselben ein schwarzes Aussehen geben. Behufs der Reinigung werden die Fettsäuren der Destillation unterworfen, und zwar werden die Fettsäuren in Retorten zuerst auf eine Temperatur von 250° gebracht und dann durch auf 300° erhitzten Wasserdampf in eine Vorlage verflüchtigt, die mit Retorten durch eine Kühlschlange in Verbindung steht. In der Retorte bleibt ein schwarzer Theerrückstand zurück, der abgelassen wird und zum Theil als Schmiermittel, zum Theil nach stattgefundener Behandlung mit Kalk zur Leuchtgaserzeugung dient.

Bei der Destillation der rohen Fettsäuren mittelst überhitztem Wasserdampf entwickelt sich stets Acroleïn und, wenn in der Fettsäure noch Reste von Glycerinschwefelsäure vorhanden waren, auch schwefelige Säure. Es müssen demnach die Vorlagen so eingerichtet sein, dass die daraus entweichenden Dämpfe gesammelt und in die Feuerung geführt werden können.

Wasser, welches durch Hochdruck auf sehr hohe Temperatur (320°) erhitzt wird, vermag ebenfalls die Fette in Fettsäuren und Fettalkohole zu spalten.

Bisher ist die Methode wegen Mangelhaftigkeit der Apparate mit großer Explosionsgefahr verbunden und hat deshalb bis jetzt nur eine sehr beschränkte Anwendung gefunden. Ähnliches gilt von der Verseifung mit überhitzten Wasserdämpfen.

Glycerin.

Die Glycerindarstellung hat nur hygienisches Interesse, wenn dazu die Unterlauge der Seifensieder oder Glycerinschwefelsäure benutzt wird.

Man gewinnt das Glycerin, indem man die Unterlauge eindampft, die dabei am Boden des Abdampfgefäßes sich ausscheidenden Salze von Zeit zu Zeit herausnimmt, die hinlänglich concentrierte Flüssigkeit mittelst überhitzten Wasserdämpfen destilliert und das wasserhaltige Destillat einengt.

Das Destillieren mit überhitztem Dampf findet in starkwandigen eisernen Destillierblasen statt. Die Dämpfe werden in einem System eiserner, senkrecht stehender Röhren zum größten Theile condensiert. Unter jenen Destillationsproducten, welche nicht condensiert werden, sind flüchtige Säuren und Acroleïn bemerkenswert, da diese Stoffe zu arger

Belästigung der Nachbarschaft Anlass bieten können, wenn nicht für deren Verbrennung durch Ableiten derselben in die Feuerung vorgesorgt ist. In der Destillierblase bleibt ein schwarzer pechartiger Rückstand zurück, der aus den Retorten, so lange er noch warm ist, abgelassen werden muss, weil er sonst erstarrt. Hierbei entströmen ebenfalls der geöffneten und noch heißen Retorte Fettsäuren und Acroleïndämpfe, welche die Luft der Umgebung übelriechend machen.

Die bei der Verseifung der Fette durch Schwefelsäure abfallende Glycerinschwefelsäure wird durch Kochen mit überschüssigem Kalk zu Gyps und zu Glycerin zerlegt, welches letztere sich im Wasser löst. Die Glycerinlösung ist aber sehr unrein und muss deshalb ebenfalls in starkwandigen Destillierblasen mit erhitztem Wasserdampf destilliert werden. Selbstverständlich treten auch hier die oben erwähnten Belästigungen der Nachbarschaft auf. Solche Fabriksanlagen sollten deshalb nie mitten unter Wohnhäusern concessioniert werden.

Vierzehntes Capitel.

Explosivkörper.

Die Fabrication der Explosivkörper und der Verkehr mit denselben ist im allgemeinen mehr von sicherheitspolizeilicher Bedeutung. Da aber bei der fabriksmäßigen Darstellung einzelner, derzeit vielfach gebräuchlicher Explosivkörper mancherlei Gase und Dämpfe entstehen, welche die Arbeiter in hohem Grade gefährden können, so sei nachfolgend das Wichtigste bezüglich der Darstellung der am meisten zur Verwendung gelangenden Sprengmittel und bezüglich der bei ihrer Fabrication zu beachtenden Schutzmaßregeln mitgetheilt.

Die gegenwärtig am häufigsten zur Anwendung kommenden Sprengmittel sind: Schießpulver, Schießbaumwolle, Dynamit, Knallquecksilber und die pikrinsauren Alkalien.

Schießpulver.

Das Schießpulver ist ein gekörntes Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle. Bei einer Temperatur über 150° entzündet es sich und gibt als Verbrennungsproduct Stickstoff 42 Procent, Kohlensäure 53 Procent, Kohlenoxyd 5 Procent in Gasform und Schwefelkalium als festen Rückstand. Aus 1 *l* Pulver entstehen 450 *l* Gas. Von den gegenwärtig in Verwendung stehenden Explosivstoffen hat das Schießpulver die schwächste brisante Wirkung, d. h. verbrennt verhältnismäßig langsamer als Schießbaumwolle, Nitroglycerin und die Knallpräparate. Brisante Explosivkörper eignen sich hauptsächlich als Sprengmittel.

Von besonderem sanitären Interesse sind die Pulverdämpfe, welche in Bergwerken, Tunnels und Minen bei Sprengarbeiten entstehen und die sogenannte Minenkrankheit hervorrufen. Die Erscheinungen, die infolge der bei der Pulverexplosion entstandenen Dämpfe bei den Minenarbeiten sich einstellen, haben viel Ähnlichkeit mit jenen, welche durch Vergiftung mit Kohlenoxyd erzeugt werden.

Schießbaumwolle. Celluloid.

Die Schießbaumwolle wird dargestellt, indem man die Baumwolle in ein Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure eintaucht, darauf sorgfältigst wäscht und sie trocknet. Die bei der Fabrication der Schießbaumwolle auftretenden Dämpfe von salpeteriger Säure und Untersalpetersäure sind durch einen Abzug zu entfernen. Die beim Waschen der

nitrierten Baumwolle sich ergebenden Abfallwässer sind stark säurehaltig und enthalten auch Pikrin- und Oxalsäure, weshalb deren freies Ablassen nicht unter allen Umständen gestattet werden kann.

Sie entzündet sich durch starken Stoß und Schlag, sowie durch die Einwirkung höherer Temperaturen, übertrifft durch ihre enorme Spannung als Trieb- und Sprengkraft das Schießpulver um das Vielfache.

Die Schießwollgase sind noch giftiger als die Pulvergase, da aus 1 Volumen Schießwolle 755 Volumen Gas entstehen, welches 28·95 Procent Kohlenoxyd, 20·82 Procent Kohlensäure, 7·24 Procent Grubengas, 12·67 Procent Stickstoff, 25·31 Procent Wasserdampf und 3·16 Procent Wasserstoff enthält.

Durch Comprimieren wird die Schießwolle gegen Stoß und Schlag weniger empfindlich. Die Anwendung der Schießbaumwolle erweist sich zum Sprengen vortheilhaft.

Das Celluloid ersetzt vollkommen Horn, Schildpatt, Hartgummi. Man macht daraus Manchetten, Kragen, Schmuckgegenstände, Billardkugeln u. s. w. Man benutzt zur Herstellung des Celluloid ein Gemisch von Äther, Kampfer und Collodiumwolle. Es bildet sich eine gallertartige Masse, die zwischen Walzen so lange behandelt wird, bis sie plastische Eigenschaften zeigt. Um größere Körper, z. B. Billardkugeln, darzustellen, werden die Platten zusammengerollt, auf einer Kreissäge gepulvert und bei 100° C. getrocknet. Hierauf folgt eine starke Pressung in durch Dampf erwärmten Metallformen und schließlich das Kochen im Vulcanisierkessel bei 120 bis 122° C.

Bei dieser Fabrication kommen öfters Explosionen vor.

Nitroglycerin und Dynamit.

Vor etwa 30 Jahren gelang es Nobel, eine schnelle und gefahrlose Darstellungsmethode des Nitroglycerins zu entdecken und eine zweckmäßige Art, dasselbe in geschlossenen Räumen zur Explosion zu bringen, ausfindig zu machen.

Doch erst als im Jahre 1866 Nobel lehrte, dasselbe auf beliebig lange Zeit durch sogenannte Methylisierung (Auflösen in Holzgeist) unexplosiv zu machen, wurde es in ausgedehntem Maße verwendet. Bald darauf brachte er ein noch gefahrloseres Präparat in den Handel, in Gestalt des Dynamits.

Das Nitroglycerin ist eine bei gewöhnlicher Temperatur ölige, klare, hellgelbliche, geruchlose Flüssigkeit, welche im Wasser nicht, wohl aber in Äther, Holzgeist, Benzol löslich ist und beim Erwärmen über 160° C. oder durch Schlag und Stoß explodiert. Unreines Nitroglycerin zersetzt sich freiwillig unter Gasentwickelung. Befindet sich das Nitroglycerin in einem verstöpselten Glase, so kann der Druck, den die durch Zersetzung entstandenen Gase ausüben, bei der geringsten Erschütterung eine Explosion veranlassen. Einer selbst wenig intensiven, jedoch länger anhaltenden Kälte ausgesetzt, krystallisiert es in langen Nadeln. Mit dem Starrwerden erhöht es seine Explosivität. Nobel entdeckte, dass Nitroglycerin, mit Kieselguhr (Infusorienerde) vermengt, weit weniger durch Schlag und Stoß explodiere, dass dadurch sein Krystallisationsvermögen aufgehoben werde, dass eine Selbstentzündung nicht eintrete, dass es selbst im Feuer ohne Explosion verbrenne und dass es in dieser Form überhaupt gefahrloser verwendet und transportiert werden könne. Diese Mischung von Nitroglycerin und Kieselguhr nannte Nobel Dynamit.

Das Dynamit explodiert nur durch einen intensiven Stoß eines mit einem Knallpräparat gefüllten Zündhütchens oder durch Stoß zwischen zwei metallenen Körpern. Auf einem Stein- und Holzboden kann Dynamit anhaltend mit einem Hammer geschlagen oder unter energischem Drücken mit demselben oder einem anderen eisernen Instrument gerieben werden, ohne dass Explosion erfolgt.

Wenn auch die Explosibilität des Nitroglycerins durch seine Anwendung als Dynamit gefahrloser nutzbar gemacht wurde, so bleibt doch bezüglich des Transportes und der Aufbewahrung des Dynamits die größte Vorsicht erforderlich. Besonders ist zu beachten, dass jede Temperaturerhöhung die Explosionsfähigkeit dieses Präparats erhöht. Wird Dynamit + 28° warm, so kann es schon durch den geringsten Schlag explodieren.

Sprengtechniker behaupten, dass die Explosionsgase des Dynamits weniger die Arbeiter gefährden, als die Gase des Pulvers oder der Schießwolle. Die Kraft des Dynamits verhält sich zu der des Pulvers, wie 13 : 1. Das Dynamit hat insbesondere im Bergbau, überhaupt bei Sprengungen, ausgedehnte Verwendung gefunden; es ist aber auch zu militärischen Zwecken, wie Zerstörung von Geschützen, Mauerwerk, Pallisaden, zu submarinen Sprengungen mit Erfolg angewendet worden.

Zur Darstellung des Nitroglycerins wird ein aus Salpeter- und Schwefelsäure bestehendes Säuregemisch unter beständigem Umrühren mit Glycerin in einem gekühlten Mischgefäß gewaschen. Die Temperatur darf bei diesem Processe nicht über 18° hinausgehen, da mit einer höheren Temperatur die Gefahr der Explosion steigt. Die bei dieser Manipulation entstehenden salpetersauren Dämpfe können leicht durch Ableiten in mit Soda gefüllte Absorptionsgefäße unschädlich gemacht werden.

Die sauren Waschwässer werden meist zum Aufschließen der Phosphorite bei der Düngerfabrication verwendet. Zur Darstellung des Dynamits wird das Nitroglycerin in Holzkästen auf Infusorienerde gegossen und das Ganze mit der bloßen Hand durchknetet.

Das von Säuren befreite, getrocknete Nitroglycerin ist von süßlichem, brennendem Geschmack, hat ein specifisches Gewicht von 1·6 und wirkt schon in kleiner Dosis giftig.

Bei der Concessionsertheilung einer Dynamitfabrik sind folgende Bedingungen zu stellen:

Die Fabriken sollen mindestens 20 Minuten von Wohnungen entfernt liegen. Künstliche Beleuchtung darf nur von außen, bei geschlossenen Fenstern angebracht werden, oder es darf überhaupt nur bei natürlichem Lichte gearbeitet werden. Die verschiedenen Arbeitsräume müssen in voneinander getrennten Gebäuden etabliert sein. Diese Fabrikslocale müssen unterirdisch liegen, damit die Temperatur constant 11 bis 12° C. beträgt und keine künstliche Erwärmung nothwendig ist. Die Fabriksgebäude dürfen nicht aus massivem Mauerwerk bestehen, müssen ein leichtes Dach und eine Umwallung haben, die 1 *m* hoch über das Dach geht. Die mit der Anfertigung der Dynamitpatronen beschäftigten Arbeiter sollten jeder ihren besonderen Stand und nur einen für höchstens vier Stunden ausreichenden Dynamitvorrath haben. Alles fertige Material soll sofort nach dem isolierten Magazine gebracht werden. Alle metallenen Werkzeuge sind zu vermeiden. Da das Nitroglycerin sehr giftig ist, so sind die Arbeiter zu verhalten, während der Arbeitszeit nicht zu essen oder zu trinken, oder zu schnupfen, um nicht durch beschmutzte Finger die Nahrungsmittel zu vergiften. Die Arbeiter müssen weiter einen besonderen Raum für den Wechsel der Kleider haben und die Hände mit Wasser und Seife vor jeder Mahlzeit reinigen. Wegen der Möglichkeit der Resorption des Nitroglycerin durch die Haut, sind die Arbeiter zu verpflichten, bei der Darstellung des Dynamits durch Vermischen des Sprengöls mit Infusorienerde dichte undurchlässige Handschuhe (Kautschuk) zu tragen.

Knallquecksilber.

Das Knallsilber und das Knallquecksilber, aus welchen die explodierende Masse der Zündhütchen wesentlich besteht, sind Verbindungen des Silbers, beziehungsweise des Quecksilbers mit Knallsäure. Bei der Darstellung des Knallquecksilbers wird Quecksilber mit Salpetersäure aufgelöst und hierzu Alkohol gegossen. Man erwärmt im Wasserbade so lange, als eine Gasentwickelung bemerkbar wird und entfernt dann das Gefäß und stellt es kalt. Unter den hierbei entweichenden Gasen sind Blausäure, Cyanäthyl, Cyansäure, salpetrigsaurer Äther, Essigäther, salpetrige Säure gefunden worden. Da dieselben gesundheitsschädlich und entzündlich sind, muss die Operation unter einem guten Zuge geschehen.

Zugleich mit der Gasentwickelung bildet sich ein weißer, krystallinischer Niederschlag von knallsaurem Quecksilber, der gesammelt und mit Wasser gewaschen auf einer Porzellanplatte durch Wasserdampf (aber nicht bis zu 100°) erwärmt und getrocknet wird. Die Waschwässer sind quecksilberhaltig und werden zur Gewinnung des darin vorfindlichen Quecksilbers mit metallischem Zinn behandelt.

Die technisch wichtigste Eigenschaft des Knallquecksilbers ist seine außerordentliche Explosionsfähigkeit. Durch mäßigen Schlag, sowie durch Reibung mit harten Körpern erfolgt Detonation unter röthlicher Lichterscheinung. Da die Zersetzung in Stickstoff, Kohlenoxyd und Quecksilberdampf fast momentan vor sich geht, so ist die Explosion außerordentlich heftig. Das trockene Pulver explodiert, wenn es auf 149 bis 187° erhitzt wird. Die Explosion kann durch Befeuchten abgeschwächt, ja ganz aufgehoben werden; bei einem Wassergehalte von 5 bis 30 Procent explodieren nur die von einem starken Schlag direct getroffenen Theilchen.

Wegen der brisanten Wirkung wird das Knallquecksilber fast ausschließlich als Zündungsmittel angewendet, und zwar in der Regel gemengt mit anderen brennbaren Körpern: Salpeter, Schwefel, chlorsaurem Kali, welche dazu dienen, den Zersetzungsprocess zu verlangsamen, also die Wirkung desselben nachhaltiger zu machen. Die mittelst Maschinen aus Kupferblech geformten Zündhütchenkapseln werden mit einem Gemenge von Knallquecksilber, Kalisalpeter, Schwefel oder mit einem Gemenge von Knallquecksilber mit chlorsaurem Kali und Kohle gefüllt.

Das Laden der Hütchen geschieht gegenwärtig meistentheils mit einer von Josten construierten, sehr sinnreichen Maschine, wodurch die sonst mit dieser Arbeit verbundenen Gefahren auf ein Minimum reduciert sind, da der Arbeiter durch seinen Stand hinter einem schmiedeisernen Schirm geschützt ist. Eine sehr gefährliche Arbeit ist das Körnen, da hierbei die Masse nicht mehr im feuchten Zustande (in dem sie weit weniger explosiv ist), sondern nahezu trocken geformt wird. Das Arbeitslocal, in dem das Körnen vorgenommen wird, muss von den übrigen Gebäulichkeiten getrennt sein; die zum Körnen dienenden Haarsiebe werden nach jeder Operation durch Wasser oder verdünnte Schwefelsäure gezogen. Die beim Durchziehen der Siebe entstehenden Waschwässer müssen von Quecksilber befreit werden.

Zündhütchenfabriken dürfen nur in genügend isolierter Lage, niemals in der Nähe menschlicher Wohnungen etabliert werden. Die einzelnen Werkstätten müssen voneinander getrennt sein, damit jede Manipulation in separaten Räumen vorgenommen werden kann.

Literatur: Hirt, Die Krankheiten der Arbeiter, Leipzig 1871—1878. — Layet, Allgemeine und specielle Gewerbepathologie, 1884. — Eulenberg, Handbuch der Gewerbehygiene, 1876. — Popper, Lehrbuch der Gewerbekrankheiten, Stuttgart 1882. — Hirt, Fabriken, Handbuch der Hygiene, II. Theil, II. Abtheil. u Gewerbekrankheiten, ibid. 4. Abtheil. (Gasinhalationen u. gewerbl. Vergiftungen). — Merkel, ibid., Staubinhalationskrankheiten. Muspratt, Technische Chemie. Fischer, Technologie. — Kraft, Fabrikshygiene, Wien 1892.

Elfter Abschnitt.

Aetiologie der parasitäten Krankheiten.

Erstes Capitel.

Häufigkeit parasitärer Krankheiten.

Alles Leben findet aus inneren Gründen seinen Abschluss durch den Tod, der im natürlichen Kreislauf des Organisierten dann eintritt, wenn der Erhaltung der Art durch die Fortpflanzung Genüge geleistet ist, vielleicht dadurch, dass die lebenskräftigsten Theile bei dem Acte der Fortpflanzung der neuen Generation übertragen werden. Die hygienischen Maßnahmen können sich unmöglich die Beseitigung der Sterbens zum Ziele setzen. Aber die Grenze des Todes hinauszurücken, das ist eine ihrer wesentlichsten Aufgaben.

Das Erlöschen des Lebens aus inneren Gründen, gewissermaßen der physiologische Tod erfolgt bei dem Menschen oft äußerst spät und wir haben sicher verbürgte Anhaltspunkte, dass einige Individuen ein Alter bis gegen 170 Jahre und darüber erreicht haben.

Leider greifen aber die Krankheiten in den normalen Ablauf des Lebens so mächtig ein, dass wir ein Alter von 80 Jahren bereits ein hohes nennen, und manche besonders schädliche Gewerbebetriebe und Lebensbedingungen verkürzen es auf 30 Jahre und darunter.

Dieses frühe Sterben und Siechthum des Menschen nimmt man vielfach als ein unabwendbares Geschick, mit dem man sich eben abzufinden habe, hin. Und doch ist dem nicht so.

Gerade die Seuchenzüge, das unvermuthete Hereinbrechen einer sonst nicht heimischen Seuche zeigen mit unabweisbarer Kraft das Gewaltsame, aber auch Vermeidbare solcher Heimsuchungen, und zwingen uns den Gedanken an eine Abhilfe gegen diese Zufälle auf.

Die Regelmäßigkeit, mit der wir in epidemienfreien Zeiten das Sterben des Menschen ablaufen sehen, trübt unseren Blick, so dass wir oft nicht erkennen, wie unter den täglichen Opfern eine große Zahl auch solchen Seuchen zum Opfer fällt, welche vermeidbar wären.

Die Forschung hat bei den Seuchen, welche epidemienweise die Länder durchziehen, zuerst erkannt, dass sie auf die Verbreitung eines

Infectionsstoffes zurückgeführt werden müssen und dass dieser Stoff ein Contagium vivum wäre. Die Krankheitserreger sind zum großen Theile Parasiten, d. h. Lebewesen, welche in unseren Körper einwandern, daselbst gedeihen und dadurch den übrigen Processen des Lebens des Individuums schädlich werden.

Den Gedanken des Contagium vivum oder animatum hat schon Hufeland ausgesprochen, vermuthlich ist er aber noch weit älter. Am klarsten legte zuerst Henle dar, dass die Seuchen Volkskrankheiten oder Infectionskrankheiten parasitärer Natur sein müssten. Im Jahre 1835 fand Bassi bei der Muscardine, einer Seidenraupenkrankheit, zuerst einen Pilz als Krankheitserreger, Tulaine, de Bary und Kühn entdeckten bei Getreide- und Kartoffelkrankheiten Schimmelpilze als Ursache derselben.

1855 fand Pollender, 1863 Davaine den Milzbrandbacillus. Als man aber in der Folge ganz kritiklos und ohne Methode bei allen möglichen Krankheiten Pilze finden wollte und diese Entdeckungen in rascher Folge als Irrthümer zurückgewiesen wurden, da schwand das Vertrauen zu dieser Richtung der Forschung.

Erst den Bemühungen von Waldeyer, Rindfleisch, von Recklinghausen, welche (1866 bis 1870) bei den Wundinfectionskrankheiten und pyämischen Processen die stete Anwesenheit kleinster, den Spaltpilzen zuzuzählender Organismen erwiesen, ist es dann gelungen, der Lehre der parasitären Krankheitserregung zur Anerkennung zu verhelfen.

Die praktischen Erfolge Lister's zeigten, wie fruchtbringend die Erkenntnis der richtigen Krankheitsursache werden musste.

Aber erst neue Methoden, die wir wesentlich R. Koch verdanken, haben die Erforschung der parasitären Krankheitserregung so gefördert, dass die Lehre nunmehr auf fester naturwissenschaftlicher Basis steht.

Die Krankheiten, welche wir heutzutage als parasitäre auffassen, sind sehr mannigfaltige; zu den wichtigsten gehören Masern, Scharlach, Blattern, Diphtherie, Croup, Gonorrhöe, Syphilis, die Wundinfectionskrankheiten, Cholera, Typhus, Flecktyphus, Recurrens, Malaria.

Einen Überblick über die Häufigkeit der durch die parasitären Krankheiten hervorgerufenen Sterbefälle gibt folgende Statistik für England von 1850 bis 1869. Die Gesammtmortalität betrug für 1000 Lebende 22·34, an den vermeidbaren Krankheiten starben:

1·04 an Scharlach, 0·91 an Typhusformen, 0·86 an Diarrhöen, 0·52 an Keuchhusten, 0·43 an Masern, 0·25 an Croup, 0·20 an Pocken, an Cholera 0·41, an Tuberculose 3·44.

Es sterben sehr viele Menschen an Schwindsucht, bis zu 15 Procent aller Todesfälle überhaupt und an Schwindsucht allein fast ebensoviel als an den übrigen vermeidbaren Krankheiten zusammen genommen. Die vermeidbaren Krankheiten machen etwas mehr als ein Drittel aller Krankheitsformen aus.

Die Vertheilung der Todesfälle auf Stadt und Land ist keine ganz gleiche. Nach dem Jahresberichte des Medicinalwesens für Sachsen starben (1887) von 10.000 Bewohnern

	in den Städten	auf dem Lande
an Masern	3·57	4·26
„ Scharlach	2·35	2·23
„ Diphtherie	13·53	15·41
„ Keuchhusten	2·28	2·12
„ Typhus	1·52	1·66
„ Krebs	9·12	7·09
„ Schwindsucht	28·33	20·59

In den Städten überwiegen also wesentlich Krebs und Schwindsucht, auf dem Lande hingegen die Masern und Diphtherie.

Würde man die Erkrankungsziffern genau wissen, so würde man noch besser den großen Schaden, welchen die parasitären Krankheiten hervorrufen, ermessen können. Man schätzt die jährliche Erkrankungsziffer an Infectionskrankheiten auf 8 bis 9 Procent.

Die Krankheiten des Menschengeschlechts unterliegen, soweit wir wissen, einem gewissen Wechsel. Die attische Seuche (430 bis 425 v. Chr.), die Pest des Antonin (165 bis 168 n. Chr.) waren jetzt nicht mehr bekannte Typhusformen; das Mittelalter war sanitär charakterisiert, durch das Auftreten der Bubonenpest, durch den epidemischen Charakter der Syphilis. In der Neuzeit kennt man die früher gefürchteten Gäste nicht mehr, aber andere neue Seuchen traten an Stelle der alten; die Cholera hat seit den Dreißigerjahren, die Diphtherie seit den Sechzigerjahren eine epidemische, zum Theil pandemische Verbreitung erlangt.

Das Studium der Krankheitserregung durch Parasiten gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Hygiene; die genaue Kenntnis der Parasiten bietet erst die Möglichkeit einer ausreichenden Prophylaxis, und die Mittel zur Zerstörung der Krankheitskeime.

Die Krankheitserreger sind theils pflanzlicher, theils thierischer Herkunft.

Zweites Capitel.

Thierische Parasiten.

Der Mensch wird in einer sehr ausgiebigen Weise von thierischen Parasiten besiedelt. Die Parasiten haben sich offenbar im Verlaufe der Zeiten aus ursprünglich frei lebenden Geschöpfen entwickelt; bei dieser Umwandlung kommt es meist zu einer Vereinfachung ihres Baues unter Verlust wichtiger Organe. So verwandelt sich z. B. eine bei den Holothurien schmarotzende, im Jugendzustand voll entwickelte Schnecke zu einem mit Geschlechtsstoffen gefüllten Schlauch (Joh. Müller).

Die transformierenden Einflüsse wirken aber nur langsam, erst in mehreren Generationen; doch findet sich nirgends eine Schmarotzereigenschaft, die nicht in der Eigenthümlichkeit des Wirtes ihre Erklärung hätte.

Von großem Interesse ist, dass manche Thiere nur so lange, als sie die freie Lebensweise mit der parasitischen vertauschen, eine Umänderung ihrer Organe erleiden. Bei anderen ist freilich die Angewöhnung an den Parasitismus eine so hochgradige, dass ein Vergleich mit der normalen oder freien Lebensweise des Thieres fast nicht zu erbringen ist, so z. B. bei vielen menschlichen Eingeweidewürmern.

Nur zeitweise Umwandlung infolge des Parasitismus hat man für manche Nematoden erwiesen. Die Nematoden leben im Meer- und Süßwasser, Schlamm, Erde und in faulenden Substanzen. In jugendlichem Zustande als mund- und afterlose Larven widerstehen sie der Austrocknung lange; ihre Entwickelung beginnt, wenn sie in

günstige Ernährungsverhältnisse kommen, und diese finden manche, z. B. Rhabditis, wenn sie in den Körper von Thieren gelangen. Rhabditis schmarotzt in der schwarzen Wegschnecke; sie wird dabei doppelt so lang, als sie sonst zu sein pflegt, verliert ihre Chitinzähne, die pfriemenartige Schwanzspitze und behält Mund und After geschlossen. Nach der Ausstoßung werden die Thiere geschlechtsreif, häuten sich unter Öffnung von Mund und After und besitzen mindestens 500 bis 600 Eier, während die nicht parasitierenden nur 24 bis 36 entwickeln. Die aus den Eiern ausschlüpfenden Embryonen sind aber bei denjenigen, welche im Schmarotzerzustande und denjenigen, welche frei lebten, ganz dieselben.

Wie weit der Parasitismus bei den Nematoden allmählich sich ausbildet, zeigen uns die Trichinen, die in allen ihren Entwickelungsstadien auf einen bestimmten Wirt angewiesen sind und außerhalb des Thierkörpers gar nicht mehr existieren können.

Die thierischen Parasiten können die Gesundheit des Menschen in verschiedener Weise stören:

a) Durch den Consum von Ernährungsmaterial. Bei den Bandwürmern ist, für den Erwachsenen wenigstens, der Consum nicht wesentlich. Anders aber bei den Nematoden; der Spulwurm kann bei kräftiger Entwickelung und Vermehrung einen täglichen Stoffverbrauch von mindestens 27 *g* bedingen, ein Stoffverlust, welcher sich namentlich in der Kost des Kindes nicht immer leicht decken lässt.

Noch gefährlicher wird Rhabditis stercoralis, welche die sogenannte Cochinchinadiarrhöe hervorruft und sich außerordentlich rasch vermehrt. Täglich werden etwa 100.000 Stück Würmer ausgeschieden, welche, ohne dass der Stoffwechsel der Parasiten selbst in Rechnung gezogen wird, etwa 200 *g* Substanz repräsentieren. Da mitunter die Zahl der Würmer aber auf das Zehnfache steigt, ist der rasche Verfall des Menschen bei dieser Krankheit genügend erklärt.

b) Durch die Entziehung von Blut. Dochmius duodenalis (Anchylostomum), in den Tropen, Subtropen, Italien als Ursache der „ägyptischen Chlorose“ oft bei einem Viertheil der Bevölkerung verbreitet, setzt sich im Darm wie ein Blutegel fest; er füllt sich strotzend mit Blut und erzeugt durch die unvermeidlichen Nachblutungen noch größere Verluste.

c) Durch ihr Wachsthum, das zu ähnlichen Störungen, wie sie durch Fremdkörper erregt werden, führt. So erzeugen sie Druckwirkungen auf Gefäße, Ausbuchtungen derselben, Gewebsschwund. Die Größe der Störung ist dann ganz abhängig von der Dignität des Organes, welches sie befallen haben. Die Trichinen lagern sich an den Muskeln ab; das Distomum haematobium legt seine Eier in den unter der Schleimhaut der Harnwege hinziehenden Venenästen ab und erzeugt, indem diese letzteren nach den Harnwegen durchbrechen, Blutharnen (Hämaturie). Der Cysticercus im Auge bedingt Sehstörungen, der Echinococcus Durchbrüche und Embolien.

Manche sehr störende und quälende Symptome, z. B. bei der Trichinose, werden durch das Wandern der Parasiten hervorgerufen und durch die diesen Reizzuständen vielfach folgenden Entzündungen. Auf letztere ist auch das häufig auftretende Fieber zurückzuführen.

Die Hauptmenge der Entozoën bezieht der Mensch von den Thieren. Am genauesten ist man zur Zeit namentlich über das Vorkommen der Würmer unterrichtet, weil diese bei den Leichenobductionen am leichtesten aufgefunden werden.

Gribbohm fand in Kiel besonders häufig Nematoden, seltener sind die anderen Würmersorten.

Es wurde nachgewiesen:

Ascaris . .	bei	18.3	Procent der Leichen
Oxyuris . .	„	23.3	„ „ „
Trichocephalus	„	32.2	„ „ „

Manche Menschen hatten mehrere Würmersorten beherbergt: die Zahl der Parasitentragenden war 43·5 Procent, d. h. nahezu die Hälfte aller Leichen.

Unter den mit den Menschen in Berührung kommenden Thieren nehmen besonders die Hunde eine hervorragende Stelle ein. Krabbe fand in Kopenhagen 67 Procent, in Island aber 93 Procent der Hunde mit Helminthen behaftet. Der Hund ist der Träger des gefährlichen und verderblichen Echinococcus.

Das Schlachtvieh liefert die Finnen und Trichinen, auch Ziege, Schaf und Reh tragen Finnen. Die Fische (Hecht, Quappe) scheinen nach den neueren Untersuchungen Finnen des Bothriocephalus latus zu beherbergen. Wir kennen aber zur Zeit keinen Vogel, welcher den Menschen mit Helminthen zu inficieren vermöchte.

Die Übertragungsweise auf den Menschen ist nicht immer die directe Berührung der Thiere, oder die Aufnahme der damit inficierten Organe der Schlachtthiere, sondern die Wege sind bisweilen etwas complicierter und verschlungener. Parasiten haften manchmal in Würmchen, die mit Brunnenkresse, Fallobst u. dgl. verschluckt werden. Die Taenia cucumerina kann durch Hundeläuse, in denen die Taenia im Jugendzustande sich aufhält, verschleppt werden. Die Cyklopen (Krebse) des Wassers beherbergen den Medinawurm; freie Jugendformen des Dochmius duodenalis halten sich in Wasser schwimmend auf. Die Pflanzenkost überträgt uns wahrscheinlich gewisse Spulwürmer, besonders Trichocephalus und Oxyuris in Form embryonenhaltiger Eier.

Man spricht häufig von einer Disposition, welche das Befallenwerden durch thierische Parasiten begünstigt; doch ist dies nicht dahin zu verstehen, dass die Menschen unter verschiedenen Verhältnissen etwa eine völlige Immunität besäßen, d. h. absolut mit den Parasiten nicht inficierbar wären. Die Disposition erklärt sich in den meisten Fällen auf eine recht einfache Weise.

Kinder haben mehr Spulwürmer als Erwachsene, was offenbar auf die größere Unreinlichkeit der Ersteren, welche ohne Wahl beschmutzte Gegenstände aller Art in den Mund führen, zurückgeführt werden muss. In gleicher Weise klärt sich wohl die Disposition der Geisteskranken auf. Die Frauen leiden mehr an Taenia saginata und solium, weil sie durch die Beschäftigung in der Küche Gelegenheit zur Infection haben. Köche wie Metzger werden aus dem gleichen Grunde häufig inficiert befunden. Die Disposition, wie sie bei manchen Nationen vorliegt, kann genügend durch gewisse Vorliebe für Speisen, welche häufig als Träger von thierischen Parasiten erscheinen, erklärt werden. Die Taenia solium wird in Nordostdeutschland, welches einen großen Consum von Schweinefleisch aufweist, häufig beobachtet; in Wien, welches andere Fleischsorten bevorzugt, dagegen äußerst selten. Naturvölker stellen ein weit größeres Contingent zu den parasitär Erkrankten als die civilisierten Völkerschaften.

In der Häufigkeit der parasitären Erkrankungen drückt sich ein gewisser Einfluss der Jahreszeiten unverkennbar aus. In vielen Gegenden besteht die Gewohnheit des Winterschlachtens; man beobachtet daher das Auftreten von Bandwürmern, weil ja eine längere Zeit zu ihrer Entwickelung nothwendig ist, häufig im Frühjahr und Sommer.

Ganz analog verhalten sich die parasitären Erkrankungen bei den Thieren. Der Schafhusten, erzeugt durch Strongylus filaria, befällt die Thiere im Spätherbst; die Thiere inficieren sich bei dem Weidegang. Der Drehwurm (Cönurus) erzeugt bei den Schafen gegen Weihnachten die ersten Symptome.

In anderen Fällen sind für die im Freien lebenden Parasiten nur gewisse Jahreszeiten besonders günstig. Vom Medinawurm weiß man, dass er namentlich zur Regenzeit in den Menschen einwandert.

Da die Parasiten des Menschen vielfach von Thieren bezogen werden, so ist die Verbreitung mancher derselben sicherlich von der geographischen Verbreitung der sogenannten Zwischenwirte abhängig.

Die Verschleppung von thierischen Parasiten kennt man noch wenig genau; mit Sicherheit ist aber dargethan, dass der Medinawurm durch den Import von Negern aus Westafrika nach dem tropischen Amerika gebracht wurde.

Der Mensch wird, wie wir hervorgehoben haben, von einer großen Menge von thierischen Parasiten befallen: die hervorgerufenen Störungen sind, insoweit sie durch die höher im System stehenden, z. B. Gliederfüßler (Arthropoden) hervorgerufen werden, relativ einfache. Die gefährlicheren Parasiten gehören den niederen Thieren an.

Wir können die einzelnen Gruppen folgendermaßen zusammenfassen:

I.

Arthropoden (Gliederfüßler).

Ordnung Acarina (Milben). Hierzu gehören die Krätzmilbe, Zecken und Comedonen
„ Rhynchota (Schnabelkerfe): Läuse und Bettwanzen.
„ Diptera (Zweiflügler): Flöhe, Fliegen, welche Eier auf den Menschen ablagern.

II.

Vermes (Würmer).

I. Classe Plattwürmer.

1. Ordnung. Cestoden (Bandwürmer). Familie der Taenien.
2. „ Trematoden (Saugwürmer) mit blattförmigem Körper und Mund, ohne After. Ihre Eier gelangen ins Wasser, woselbst dann kleine bewimperte Embryonen, die als Wohnthiere Schnecken aufsuchen, ausschlüpfen. In diesen werden sie nach Verlust der Wimpern zu Keimschläuchen; diese erzeugen „als Ammen“ die mit einem Ruderschweif versehenen Cercarien, welche in das Wasser auswandern, um ein anderes Wasserthier — Schnecken, Würmer, Krebsen, Fische — als Wirt zu suchen und mit Verlust des Schwanzes zur Cyste zu werden. Es sind dies die jungen, noch geschlechtslosen Formen der Distomeen, die nunmehr erst in einen neuen Wirt gelangen müssen, um die Cyste zu verlieren und geschlechtsreif zu werden.

Distomum hepaticum. Die Cercarien leben in Süßwasserschnecken. Das Distomum entwickelt sich namentlich bei Pflanzenfressern in den Gallengängen; beim Menschen ist es selten.

Distomum haematobium (s. o.) lebt in den Ästen der Pfortader, den Milzvenen, Gekröse, im Mastdarm und nährt sich von Blutkörperchen.

II. Classe: Nematelmia (Rundwürmer).

1. Ordnung. Acantocephala.
   Echinorhynchus, einmal im Dünndarm eines leukämischen Kindes von Lambl gefunden.
2. Ordnung. Nematoden (Fadenwürmer).

1. Unterordnung. Nematoden mit After.

1. Familie. { Ascaris lumbricoides, der Spulwurm.
Oxyuris vermicularis, der Madenwurm.

2. Familie. Strongyloidea.
Anchylostomum duodenale (Ursache der ägyptischen Chlorose). Trichina spiralis (s. o.).

III.

Protozoën (Urthiere).

I. Classe: Rhizopoden (Wurzelfüßler), sind hüllenlose Protoplasmakörper mit Pseudopodien. Viele haben chitinhaltiges, mit Kalk oder Kieselsäure durchsetztes mit Öffnungen für die Pseudopodien versehenes Skelet.

Amoeba coli wurde im Dickdarm des Menschen bei Dysenterie gefunden (Lambl, Lösch). Zu dieser Gruppe sind vielleicht auch die Amöben zu rechnen, welche man neuerdings bei der ägyptichen Dysenterie gesehen hat.

Auch bei Keuchhusten sollen Amöben als Krankheitsursache sich finden (Deichler), doch steht eine sichere Constatierung noch aus. Ähnlich verhält es sich mit dem Befund Pfeiffers und von der Löff bei den Vaccine- und Pockenpusteln, in denen man Organismen getroffen hat, welche den Amöben oder Sporozoën zugehören.

II. Classe: Sporozoën sind weitverbreitete einzellige Schmarotzer ohne Pseudopodien und Wimperhaare, mit glatter Cuticula und wurmartiger Bewegung. Sie ernähren sich auf osmotischem Wege und pflanzen sich durch bisweilen hartschalige Sporen fort. Letztere werden Pseudonavicellen oder Psorospermien genannt.

Die bekanntesten Sporozoën sind die Gregarinen (Herdenthierchen), stets reichlich im Leibe der Mehlwürmer, Regenwürmer, Schaben aufzufinden.

Zum Zwecke der Sporenbildung umgeben sich die Gregarinen mit einer Cystenwand; dann findet Furchung statt und schließlich die Bildung der mit festen Schalen umgebenen spindelförmigen Sporen (Navicellen). Oft trifft man besondere Öffnungen der Cystenwand zum Durchtritt der Navicellen. Aus letzteren entwickeln sich mehr oder weniger direct wieder Gregarinen (v. Beneden).

Psorospermienschläuche bei Fischen und Fröschen in der Haut, den Muskeln, der Harnblase von Johannes Müller aufgefunden, sind Gregarinen, gefüllt mit Formen, die Navicellen entsprechen. Doch stimmen nicht alle Charaktere mit den Gregarinen überein.

Eine dritte Gruppe der Gregarinen sind die runden, eiförmigen Psorospermien, welche gefährliche Schmarotzer bei den Menschen, wie bei Thieren zu sein scheinen. Die Bezeichnung Psorospermien ist unzutreffend; was man damit benennt, stellt das Mutterthier vor, in dessen Innerem erst später dann Sporen gebildet werden.

Nach beendigtem Wachsthume umgibt sich die protoplasmaartige Masse mit Kern, aus welcher das Thier besteht, mit einer festen Kapsel. In diesem Zustand wird sie ungemein leicht mit den Bandwurmeiern verwechselt. Sodann bilden sich die Sporen, die man Coccidien nennt, oft in großer Zahl und selbst mit Kapseln umgeben. Aus den Coccidien entwickeln sich, nachdem die Sporen aus dem Leibe des Wirtes ausgetreten sind, die jungen Keime. Bisweilen kommt es in den Sporen bereits zur Bildung eines sichelförmigen Embryonalkörpers, der ausgeschlüpft schwache, träge Bewegungen ausführt und allmählich zu dem kernhaltigen, heranwachsenden Individuum sich umbildet.

Zu dieser Gruppe sind offenbar die Coccidien zu rechnen, welche man in der Leber des Menschen als Krankheitsursache mehrfach gefunden hat (Gubler, Perls u. A.). Die Übertragung vom Kaninchen, dessen Leber sehr häufig von Coccidien durchsetzt gefunden wird, auf den Menschen, ist wohl denkbar.

Als eine von Gregarinen hervorgerufene Krankheit hat man das Molluscum contagiosum erkannt (Bollinger, Neisser, Pfeiffer). Die Molluscumkörperchen finden sich im Rete Malpighi.

Molluscum contagiosum ist in seiner Ursache identisch mit einer eminent ansteckenden Geflügelkrankheit, den Geflügelpocken (Pfeiffer). Das Epithel des befallenen Bezirkes wuchert, nachdem ein Theil der Zellen des Gebietes durch die Gregarinen völlig zerstört ist. Pfeiffer gibt an, die Vogeldiphtherie werde durch die gleichen Organismen hervorgerufen. Epitheliumimpfung auf die Schleimhaut erzeugt Diphtherie, Impfung auf die Haut den Pockenprocess; nur ist das Wachsthum der Parasiten bei der Geflügeldiphtherie insoferne etwas verschieden von den Sporozoën des Epithelioms, als in den

äußeren Schichten der diphtheritisch erkrankten Schleimhaut Flagellaten (Geisselmonaden) sich finden; nach der Tiefe zu trifft man dann auf geisselfreie Formen und schließlich auf solche, welche den Epitheliomparasiten auch morphologisch entsprechen.

Zu den niedrigsten Formen der Sporozoën gehören die Mikrosporidien, kleine, eirunde Zellen mit glänzender Hülle; daraus schlüpfen kleine amöboide Zellen aus (Sarcodeklümpchen), welche später wieder Sporen bilden (Balbiani).

Eine Mikrosporidie ist Ursache der Pebrine, einer Krankheit der Seidenraupe. Die Sporen gehen in das Ei der Raupe über (Pasteur); in dem sich entwickelnden Thier entwickelt sich dann späterhin die Pebrine. Es wird also nachgewiesenermaßen der Krankheitskeim direct vererbt.

Zu den Sporozoën gehören wahrscheinlich die Krankheitserreger der Malaria. Als Ursache der Malaria wurden von früher bis in die neueste Zeit herauf die verschiedenartigsten Lebewesen bezeichnet, bis es endlich Marchiafava und Celli gelungen ist, die bisher bestehenden Zweifel zu lösen und die wahren Malariaparasiten aufzufinden. Die Untersuchungen Golgi's haben uns namentlich den Entwickelungsgang dieser merkwürdigen Organismen näher kennen gelehrt.

Blieb es nach den Ergebnissen der Forschungen von Marchiafava und Celli noch zweifelhaft, ob die Malariaplasmodien nicht zu den Mycetozoën — den Schleimpilzen — gehören, so hat man in neuester Zeit Thatsachen, welche die Zugehörigkeit der Plasmodien zu den Protozoën klar legen, dargebracht (Celli und Quarneri).

Die Malariaplasmodien finden sich anfänglich als kleine, nackte Zellen in den rothen Blutkörperchen, meist nur ein Fünftel so groß wie der Wirt, in dem sie leben. Sie wachsen auf Kosten der Blutzelle und bilden als Spaltproducte das Malariamelanin, das in Körnchen ihren Leib erfüllt. Nunmehr treten die Plasmodien aus, sie werden frei und können allenfalls bei oberflächlicher Betrachtung mit weißen Blutkörperchen verwechselt werden. Die Plasmodien führen amöboide Bewegungen aus. Es treten Sporulationserscheinungen an den Plasmodien auf.

Wie Golgi darthut, gibt es aber keineswegs nur einen Erreger der Malaria, sondern mehrere Species.

Die Febris quartana wird durch ein Plasmodium erregt, das gerade in drei Tagen seinen Entwickelungskreis bis zur Sporulation beendet, die tertiana durch ein solches, dessen Entwickelung in zwei Tagen abläuft. Die Parasiten des Tertianfiebers haben ein feineres Protoplasma, wie jene des Quartantypus. Die Plasmodien des Tertiantypus enthalten zur Zeit der Sporulation ein mit Wandung versehenes pigmentiertes Centralgebilde, um welches sich die 15 bis 20 kugeligen Körnchen (Sporen) kranzförmig ordnen (Sonnenblumenform); jene des Quartantypus liefern 6 bis 12 birnförmige oder keulenförmige, radienartig um ein centrales Pigmenthäufchen angeordnete Theilungsformen (Gänseblümchenform). Kurz vor dem neuen Fieberausbruch verschwinden die Theilungsformen aus dem Blute und wandern nach der Milz, der Leber, dem Knochenmark, um mit dem erneuten Anfalle wieder ins Blut zurückzukehren.

In manchen Fällen mit irregulärem Verlauf des Fiebers trifft man halbmondförmige Gebilde frei im Blut, welche vermuthlich noch eine andere Abart der Malariaparasiten repräsentieren (Golgi). Diese Krankheitsfälle pflegen durch ihre Schwere sich auszuzeichnen; Chinin vermag die Halbmondformen nicht aus dem Blute zu treiben, indes die Plasmodien rasch zum Verschwinden gebracht werden können (Councilmann).

Außerhalb des Organismus sind die Plasmodien noch nicht gezüchtet; auch ist es völlig unbekannt, wie diese Keime in den menschlichen Organismus gelangen. In den Secreten und Excreten des Malariakranken finden sie sich nicht.

III. Classe: **Infusorien.**

1. Ordnung. **Flagellaten, Geisselinfusorien.**

Cercomonas, Monadinen oval, nach hinten verdünnt, vorn und hinten Geisseln; beim Menschen gelegentlich beobachtet.

Cercomonas intestinalis im Darm und als Inhalt einer Echinococcuscyste gefunden (Lambl).

Trichomonos, ovaler Leib, bisweilen beim Menschen beobachtet.

Die pathogene Bedeutung der Flagellaten ist im allgemeinen noch nicht erwiesen.

Drittes Capitel.

Mycetozoën (Pilzthiere).

Eine große Zahl von niederen Organismen, welche namentlich auf Laub, Stengeln, Früchten, Lohmassen, Haaren, Federn, Excrementen zu vegetieren pflegen und auch als Parasiten bei Thieren in Betracht kommen, hat man unter dem Namen der Pilzthiere zusammengefasst (de Bary). Besonders die Abgrenzung der niederen Mycetozoën (Monadinen) von den Rhizopoden bietet bisweilen unübersteigbare Hindernisse.

Die Erscheinungsweise der Mycetozoën ist in verschiedenen Stadien der Entwickelung eine sehr wechselnde, ihr Formenkreis ein mannigfaltiger. Viele Mycetozoën bilden Schwärmer (Schwärmsporen, Zoosporen, Zoogonidien, Monaden), worunter man Primordialzelle mit Plasma, Kern, Vacuolen und Cilien versteht. Sie theilen sich oft mehrere Generationen hindurch.

Endlich verwandeln sich die Schwärmer in der Regel in Amöben (mit Kern und Vacuole), die sich dann Generationen hindurch wie die Schwärmer zu theilen pflegen. Die Amöben nehmen feste Nahrung in ihren Leib auf, namentlich Algen; die Umwandlungsproducte des Chlorophylls geben den Amöben bisweilen kräftige Farben.

Indem sich viele Amöben zu Verbänden aneinanderlagern, entstehen die Plasmodien, entweder mit deutlicher Erhaltung der einzelnen Grenze (Aggregationsplasmodien) oder unter Schwinden der letzteren (Fusionsplasmodien).

Nur Zellen der gleichen Art verbinden sich zu Plasmodien; die Fusionsplasmodien überdauern oft mehrere Tage. Auch bei exquisiten Thieren, wie z. B. den Sonnenthierchen, hat man dem Mycetozoënformenkreis entsprechende Fusionplasmodien gefunden.

Neben den bis jetzt genannten vegetativen Formen kommen bei den Mycetozoën auch Fructificationszustände vor.

a) Durch Cystenbildung. Die Amöben ziehen ihre Fortsätze ein, stoßen ihren Inhalt an Fremdkörpern aus und bilden eine Hülle. Wenn die im Innern erzeugten Sporen späterhin Bewegung zeigen, so spricht man von den Zoocysten, bei bewegungslosen Formen von Sporocysten. Bei manchen der letzteren kommen Stile vor, mit denen die Cyste an einer polsterartigen, an irgendwelchen festen Gegenständen haftenden Unterlage (Hypothallus) befestigt ist. Der Stiel springt manchmal kolbig verdickt in die Cyste vor, die Verdickung benennt man Columella.

b) Die Sporen (Conidien) bilden sich an der Spitze eines Stieles (Basidie).

c) Die Sporen entstehen als „freie“ Fortpflanzungszellen.

Hinsichtlich der biologischen Eigenthümlichkeiten der Mycetozoën bedürfen wir wohl noch einer Erweiterung der Kenntnisse. Bei 5 bis 10° C. zeigt die Amöbenform Bewegungen, die mit Erhöhung der Temperatur lebhafter werden, aber schon bei längerer Einwirkung von 35° sterben viele Amöben ab (Kühne). Rasches Gefrieren tödtet sie.

Ähnliche Beobachtungen ergaben sich auch für die Plasmodien. Licht beeinflusst die Bewegungen der letzteren; viel Licht scheint störend.

Reine Kohlensäure tödtet Amöben und Plasmodien; ebenso Äther, Chloroform, Ammoniakdämpfe. Sauerstoffentziehung scheinen weder die vegetativen Formen noch auch die Sporen lange zu ertragen.

An Fermenten scheinen manche Mycetozoën ein celluloselösendes zu besitzen, andere führen ein stärkelösendes Ferment; man hat auch die Lösung von Eiweiß durch Pepsin beobachtet.

Die Mycetozoën sind gefährliche Parasiten der Wassergewächse — Algen wie Pilze werden befallen; sie verbreiten sich sehr rasch, so dass manche Algenkrankheiten eine ungeheure Ausdehnung annehmen. Auch bei höheren Pflanzen kommen Schleimpilze als Parasiten vor; Plasmodiophora Brassicae erzeugt die als „Hernie der Kohlpflanzen" bekannte Wucherung. Wurzel und Stengelbasis der Kohlpflanzen zeigen dabei oft faustgroße, alsbald faulende Anschwellungen (Woronin).

An den Erlenwurzeln treten ganz allgemein verbreitete knollige Wucherungen auf, in denen die Plasmodien eines Schleimpilzes sich finden (Möller), und ähnlich verhalten sich die bei Leguminosen und Eläagneen beobachteten Wurzelknollen, deren Parenchymzellen Plasmodien beherbergen.

Zopf glaubt Mycetozoën in großer Menge in den Muskeln von Schweinen gesehen zu haben; außerdem hat man sie im Darmcanal der Maus und des Menschen beobachtet.

Ob die Mycetozoën für den Menschen zu echten pathogenen Parasiten werden können, muss dahingestellt bleiben, zumal jetzt die früher hierher gerechneten Malariaplasmodien als Sporozoën erkannt sind.

Viertes Capitel.

Die Schimmelpilze (Fungi).

Morphologie.

Die Schimmelpilze gehören zu den bekanntesten Arten der niederen Pilze; sie wachsen an feuchten Stellen in Wohnräumen, an der Wand, an den Tapeten, überziehen als graugrüne Rasen Holz, Leder, Kleidungsstoffe, namentlich aber auch Nahrungsmittel, wie Brot, Fleisch, Früchte und Fruchtconserven und entwickeln sich auf Flüssigkeiten aller Art.

Sie zerstören organische Substanzen, vernichten den Wohlgeschmack der Nahrungsmittel, gefährden die Festigkeit der Gebäude (Hausschwamm) und können unter Umständen auch Gesundheit und Wohlergehen direct untergraben.

Die verbreitetsten Arten der Schimmelpilze sind an ihrem graugrünen Rasen leicht zu kennen, daneben trifft man aber auch andere, die gelbe, braune, schwarze Farbe zeigen.

Die Schimmelpilze bauen sich aus kleinen, schlauchartigen Zellen, den Hyphen, auf; letztere wachsen durch Spitzenwachsthum (Fig. 259 und 260). Der Inhalt besteht in der Jugend aus farblosem Plasma, das späterhin durch Bildung feinster Fetttröpfchen ein körniges Ansehen gewinnt und selbst größere Fetttröpfchen — als Reservestoffe — ausbildet. Diese Öltropfen nehmen bisweilen Farbstoffe auf. Neben dem Öl trifft man auch große Vacuolen, welche das Plasma stark zurückdrängen.

Die Zellwand wird durch Pilzcellulose dargestellt; anfänglich ist sie dünn und zart, späterhin kann durch Verdickung nahezu das Lumen schwinden; doch kommt auch eine Verquellung der äußeren

Wandungspartien zur Beobachtung. Diese Masse wird dann durch Jod blau gefärbt wie Stärke, indes sonst die Pilzcellulose die übliche Violettfärbung mit Jod vermissen lässt.

Dort, wo mit fortschreitendem Spitzenwachsthum eine Hyphe sich weiter bohrt und wo es an eiweißreichen Nahrungsstoffen mangelt, kann das Protoplasma in den Pilzschläuchen nach der Spitze zu wandern, die entleerten Hyphen füllen sich mit Luft und werden wohl schließlich auch aufgelöst.

Die Wandung der Hyphen lagert bisweilen Farbstoffe in sich ab. Dort, wo Hyphen an Zellen anliegen, welche Ernährungsmaterial enthalten, werden die Wandungen der Zelle des Wirtes durchbrochen und Saugwarzen (Haustorien) hineingetrieben.

Die Hyphen treiben auch seitliche Fortsätze in wahrer dichotomer Verzweigung; das durch Vereinigung meist flächenhaft sich verbreitende wirre Geflecht der Hyphen bezeichnet man als Mycel.

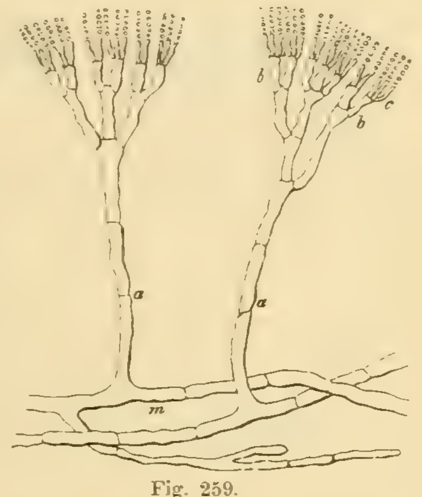


Fig. 259.

Manchmal verwachsen die Hyphen zu knolligen, fleischartigen Massen, die man Sklerotien nennt und welche meist bei vollendetem Wachsthum eine deutliche Differenzierung in Rinden- und Marksubstanz erkennen lassen. Die Sklerotien haben vielfach den Zweck, den Pilz gegen ungünstige Einflüsse zu schützen; sie enthalten reichlich Reservestoffe: Öl und Plasma (s. Fig. 188 *c*).

Fadenbildung und dichotomes Wachsthum stellen aber nicht die einzige Art der Vermehrung bei den Schimmelpilzen vor, sondern die Pilze bilden auch Sporen.

Vielfach erheben sich von dem Mycel einzelne Hyphen, die sogenannten Fruchthyphen (Fig. 259 *a*), und zeitigen Fortpflanzungsproducte.

Die Sporenbildung ist das wichtigste Merkmal zur Erkennung der einzelnen Arten; wir wollen dieselbe für die wichtigsten vorkommenden Fälle nachfolgend betrachten.

Der grüne Pinselschimmel (Fig. 259), den wir häufig als Überzug über feuchtes Brot sich entwickeln sehen und den wir schon früher besprochen haben, spannt die feinen, fädenartigen, farblosen Hyphen zu dem Mycel. Die zu Fruchtträgern bestimmten Hyphen (*a*) erheben sich, theilen sich in feinere Äste (Basidien) (*b*) und Äste zweiter Ordnung (Sterigmen) (*c*), an deren Enden eine Reihe von grüngefärbten Kügelchen, die Sporen, sich abtrennen. Die Sporen liegen perlartig hintereinander gereiht (Basidiosporen, Acrosporen und Conidien genannt).

Bei dem besonders auf Fruchtsäften vegetierenden grünen Kolbenschimmel (Fig. 260) (Aspergillus glaucus), der, oberflächlich betrachtet, nur wenig von dem Penicillium glaucum verschieden scheint, haben die Fruchthyphen keinerlei Theilung, sondern das Ende schwillt kolbig an und trägt in radienförmiger Anordnung kleine flaschenförmige Sterigmen, von welchen sich je eine gefärbte Spore abtrennt und nach deren Abstoßung eine zweite u. s. w.

Bei Mucor mucedo, dem Köpfchenschimmel, einem häufigen Bewohner thierischer Excremente, tragen die langen Fruchthyphen ein schwärzliches Köpfchen, einer Stecknadel ähnlich. Dieses Köpfchen ist eine mit Sporen gefüllte, an der Außenseite mit kleinen Kalkoxalatkrystallnadeln besetzte Blase — Sporangium. Das Ende der Fruchthyphe ist länglich cylindrisch und etwas verdickt (Columella). Sind die Sporen reif, so platzt die Haut des Sporangiums und die ungefärbten Sporen treten aus.

Mucor stolonifer, gleichfalls sehr verbreitet, verdient wegen gewisser Eigenthümlichkeiten noch besonderer Erwähnung: makroskopisch ist er bereits durch sein intensives Höhenwachsthum von den bisher genannten häufig vorkommenden Keimen zu unterscheiden. Das Mycel schwebt bei diesem Pilz größtentheils frei über dem Nährboden, getragen durch pfeilerartige stützende Hyphen — Stolonen. — Von den Stolonen gehen dann büschelförmig nach oben die Fruchtträger ab, nach unten dem Nährboden zu aber verzweigte Wurzelhaare (Rhizoiden).

Der Fruchtträger ist an seinem Ende zu einer stark blasig aufgetriebenen Columella erweitert, auf welcher die Sporen haften.

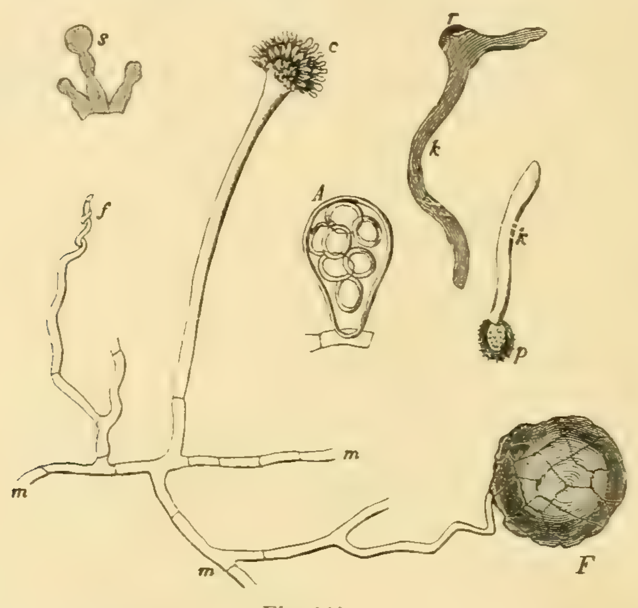


Fig. 260.

Als Fortpflanzungsweise besitzen die Schimmelpilze übrigens nicht allein die bis jetzt genannte geschlechtslose Art der Sporenbildung, sondern eine Art geschlechtlicher Bildung von Fortpflanzungsproducten, die man Copulation genannt hat. Der Verlauf pflegt so zu sein, dass zwei benachbarte Hyphen durch ausgetriebene Fortsätze miteinander verwachsen und ein gemeinsames Product, die Zygospore, erzeugen Die Fortpflanzungsweise ist häufig bei einem und dem nämlichen Pilze eine doppelte, z. B. bei allen bisher genannten Arten eine geschlechtliche wie geschlechtslose.

Bei Aspergillus entsteht durch eine solche zweite Art der Fortpflanzung eine Frucht, welche aus mehreren, zahlreiche Sporen enthaltenden Sporenschläuchen (Fig. 260 A,) gebildet wird. Die Sporenschläuche werden von einer gemeinsamen Kapsel (Perithecium umgeben; die Sporenschläuche heißen Asci, und die Sporen dieser Herkunft Ascosporen.

Die Sporen, manchmal Farbstoff führend, sind meist kleine, glänzende Körperchen, welche aus wasser- und aschearmem Eiweiß bestehen (Cramer). In seltenen Fällen beobachtet man das Ausschlüpfen nackter, mit Cilien und Eigenbewegung versehener Zellen als „Sporen“, welche späterhin eine Membran ausscheiden und zur Ruhe kommen.

Aus den Sporen entwickeln sich unter günstigen Ernährungsverhältnissen Keimschläuche (Fig. 260 *k*) und aus diesen Hyphen, Mycel u. s. w. Gewisse Sporen bedürfen, ehe sie zu Keimschläuchen auswachsen, einer länger dauernden Ruhezeit. Die Sporen pflegen gegen verschiedenartige, die Hyphen tödtende Einflüsse äußerst resistent zu sein.

Bei den meisten Pilzen wechselt eine geschlechtslose Fortpflanzung mit einer durch geschlechtliche Befruchtung bedingten ab. Die geschlechtslose Generation leitet sich also von sexuell befruchteten Sporen ab, und das Endglied ihrer Reihe sind ungeschlechtlich erzeugte Sporen (Carposporen); diese haben meist die Function, die Pflanzenart von einem Jahr aufs andere zu übertragen. Aus den Carposporen entwickelt sich dann die Generation mit Sexualzellen, welche gleichfalls Sporen (Gonidien) liefern.

Außer den bis jetzt genannten Wuchsformen — Mycelbildung, Spitzenwachsthum und Sporenbildungen, nehmen manche Schimmelpilze unter besonderen Ernährungsverhältnissen vollkommen die Form von Hefezellen an, d. h. sie werden zu kleinen kugeligen Zellen und pflanzen sich durch Hervortreiben von Ausstülpungen, Sprossung fort; sie sind dann morphologisch, ja auch biologisch von den Hefen nicht zu trennen. So verhalten sich einige Mucorarten; in zuckerhaltige Flüssigkeiten untergetaucht, wandeln sie sich in die Hefewuchsform um. Sobald aber durch Kohlensäureentwickelung bei der Zuckergährung die Zellen an die Oberfläche getrieben werden, erlangen sie wieder unter Mycelbildung die Schimmelform.

Physiologie.

Die Schimmelpilze enthalten etwa 90 Procent Wasser. 100 Theile Trockensubstanz liefern nach Sieber: 29·9 Theile Eiweiß, 18·7 Theile in Äther Lösliches Fett u. dgl.), 6·9 Theile in Alkohol Lösliches, 39·6 Theile Cellulose, 4·9 Theile Asche. 100 Theile Aspergillussporen geben nach unserer Analyse 40 Procent Wasser.

Sporen und Mycel sind verschieden zusammengesetzt: nach Cramer führen

	Trockensubstanz	Wasser	Asche der Trockensubstanz
die Sporen	61·13	38·87	3·09
das Mycel	12·36	87·54	11·34

Die Sporen enthalten nur hygroskopisches Wasser, bestehen demnach ihrer Substanz nach aus wasserfreiem Eiweiß; das Mycel enthält das Wasser in der auch sonst im Pflanzenreiche verbreiteten Form des zwischengelagerten Wassers.

Das Eiweiß des Mycels gerinnt bereits bei 50—55°.

Die Asche der Schimmelpilze hat man reich an Phosphorsäure und Kali (80 Procent) gefunden; Natron, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd trifft man nur in geringeren Mengen, Kieselsäure, Chlor, Schwefelsäure nur in Spuren.

Die Ernährungsverhältnisse der Schimmelpilze sind compliciert. Den Stickstoffbedarf vermögen sie durch elementaren Stickstoff, Cyan oder Salpetersäure nicht zu decken, verwendbar aber sind Substanzen, welche die NH-Gruppe, und sehr günstig solche, welche NH_2 enthalten, also namentlich Ammoniaksalze, Leucin, Asparagin,

Acetamid, Oxamid, Harnstoff. Das günstigste stickstoffhaltige Nährmaterial bleiben Eiweiß und Pepton.

Manche stickstoffhaltigen Stoffe vermögen ganz allein die Ernährung der Pilze zu bestreiten, so Eiweiß, Pepton, Leucin, Asparagin, weinsaures, bernsteinsaures, essigsaures Ammoniak. Aus diesen Quellen wird also zu gleicher Zeit der Bedarf an kohlenstoff- und stickstoffhaltigem Material geschöpft.

Aber nicht alle stickstoffhaltigen Stoffe, welche als Zufuhrmaterial für den Stickstoff dienen können, reichen zur Versorgung des Kohlenstoffbedarfes.

Harnstoff, ameisensaures Ammoniak, oxalsaures Ammoniak, Oxamid müssen, um ernährend zu wirken, noch kohlenstoffhaltige andere Verbindungen, z. B. Zucker, beigegeben erhalten. Die Kohlensäure, aus welcher unter Zuhilfenahme anderer Moleküle die höheren Pflanzen die Nahrungsstoffe aufzubauen pflegen, hat für die des Chlorophylls entbehrenden Pilze keine Bedeutung als Nährstoff.

Zur Versorgung der Pilze mit Kohlenstoff fand Nägeli folgende Stoffe besonders geeigenschaftet:

1. Die Zuckerarten; 2. Mannit, Glycerin, Leucin; 3. Bernsteinsäure, Asparagin, Citronensäure, Weinsäure; 4. Essigsäure, Äthylalkohol, Chinasäure; 5. Benzoësäure, Salicylsäure; 6. Methylamin, Phenol.

Wie bei allen Lebewesen gehören zum Lebensunterhalt der Schimmelpilze, wie der übrigen noch später zu betrachtenden Hefe- und Spaltpilze, gewisse Aschebestandtheile, doch hat es den Anschein, als seien die Pilze sehr bescheiden in den Forderungen, indem sie im allgemeinen mit vier Elementen auszukommen vermögen (Nägeli): diese sind

1. Schwefel, der als Bestandtheil der Albuminate unentbehrlich ist. Sie beziehen ihn in der Ernährung meist aus den als Nahrung aufgenommenen Albuminaten oder auch aus schwefelsauren, schwefelig- und unterschwefeligsauren Verbindungen.

2. Phosphor, der durch phosphorsaure Verbindungen eingebracht wird.

3. Kalium, welches aber durch Cäsium oder Rubidium vertretbar ist.

4. Calcium, das vollkommen ersetzbar ist durch Magnesium, Baryum oder Strontium.

Die höherstehenden Pflanzen zeigen eine weit sorgfältigere Auswahl unter den Aschebestandtheilen, indem z. B. Kalk nicht durch Magnesium ersetzbar ist, und Eisen, Kieselsäure und Chlor nothwendige Nahrungsstoffe darstellen.

Die Schimmelpilze zeigen in ihrem Chemismus sich befähigt, Spaltungen und Zersetzungen hervorzurufen, als deren Endproduct die Auflösung complicierter organischer Verbindungen zu Kohlensäure und Wasser zu betrachten ist; aber neben diesen rein oxydativen Vorgängen, die an die Lebensprocesse der Thiere erinnern, finden auch weit umfassende synthetische Vorgänge statt, und chemische Umlagerungen, wie wir sie bei den Thieren vermissen, z. B. die Synthese des Eiweißes.

Bei vielen Schimmelpilzen hat man die Ausscheidung von Fermenten und eine mehr oder minder ausgedehnte Gährwirkung beobachtet; die letztere erfolgt meist gleichzeitig mit Änderung der Wuchsformen. Wir haben bereits oben gesagt, dass bei gewissen Schimmelpilzen eine Umwandlung in die Form von Hefezellen und eine Vermehrung durch Sprossung unter bestimmten Verhältnissen eintritt. Manche Mucorarten zersetzen Dextrose, Invertzucker, Maltose. Da sie meist kein Invertin enthalten, bleibt Rohrzucker unzerlegt; nur Mucor racemosus enthält ein solches Ferment. Er liefert bis 7 Procent Alkohol (Hansen).

Monilia candida bildet kein Invertin, zerlegt aber direct ohne vorherige Spaltung nicht nur Maltose, sondern auch Rohrzucker (Hansen); sie wandelt sich gleichfalls in Hefewuchsform um.

Die Schimmelpilze vertragen sehr gut eine saure Reaction des Nährbodens, z. B. freie Weinsäure bis 5 Procent, Phosphorsäure bis 1 Procent; alkalische Reaction durch freies Alkali ist dagegen schon in geringen Grenzen schädlich. Der Nährboden kann selbst bei geringem Wassergehalt von Schimmelpilzen besiedelt werden; Fleisch etwas ausgetrocknet, schimmelt noch bei einem Wassergehalt von 50 Procent (z. B. gekochtes Fleisch), und erst wenn Fleisch völlig lufttrocken geworden ist (10 bis 12 Procent Wasser), hört auch die Schimmelbildung auf. Zuckerlösungen mit 30 Procent Wasser schimmeln nicht mehr. In manchen Bodensorten, z. B. reinem Sandboden, kann man noch bei einem Trockengehalt von 98·8 Procent Schimmelvegetationen sehen. Die Spaltpilze wie Hefepilze sind nicht im Stande, hochgradigen Concentration und Trockenheit des Nährbodens zu ertragen.

Die Schimmelpilze bedürfen behufs Wachsthums freien Sauerstoffs, wenn schon die Menge des letzteren oft sehr gering sein kann, da Brefeld in einer Kohlensäureatmosphäre, welche nur $^1/_{500}$ Luft enthielt, Schimmelpilze wachsen sah. Die Pilze wachsen wegen ihres Sauerstoffbedürfnisses, abgesehen von den obengenannten Hefewuchsformen, nur an der Oberfläche von Nährmedien, aber doch nur wenig in die Tiefe herein. Die Raschheit des Wachsthums und die Energie der gesammten Ernährungsvorgänge hängen bei den Pilzen — in Analogie mit den kaltblütigen oder niederen Thieren — von der Temperatur ab.

Die Pilze zeigen eine untere Grenze, Minimum, von welcher ab das latente Leben zur Thätigkeit erweckt wird, ein Maximum, das ihre Lebensfähigkeit nach oben begrenzt, und ein dem letzteren nahegelegenes etwas tiefer stehendes Optimum, einen Punkt intensivster Leistung. Penicillium glaucum gedeiht sehr gut bei 15°, Aspergillus glaucus bei 15°, Aspergillus niger bei 35°. Diese Temperaturoptima wie auch die Wachsthumsgrenzen sind so sehr bei den einzelnen Arten verschieden, dass man die Temperatur als Trennungsmittel der Arten verwenden kann.

Von den Schimmelpilzen vermögen einige im Körper der Thiere zu wachsen; es kommt aber nie zur Sporenbildung.

Betrachtung hygienisch wichtiger Arten.

Die häufigst vorkommenden und sanitär wichtigsten Arten sind folgende:

Zu den Peronosporeen gehörig: Phytophthora omnivora, die Ursache der „Krankheit der Buchenkeimlinge"; verursacht oft ungeheure Verwüstungen (Hartig). Ferner Peronospora viticola, der in feuchten Jahren als falscher Mehlthau die Weinrebe befällt, und Phytophthora infestans (Fig. 261), der Erzeuger der Kartoffelkrankheit, einer aus Amerika eingeschleppten, seit 1845 epidemisch sich ausbreitenden Seuche. Der letztere Parasit befällt in feuchten Jahren die Blätter der Kartoffel, bisweilen wohl auch direct die Knollen. Die Nährstoffe werden den Knollen entzogen, d. h. durch den Pilz verbraucht, und anstatt Stärke füllt Flüssigkeit die Zellen. Die Kartoffel beginnt theils auf dem Felde, theils im Keller zu faulen; letzteres wird aber nicht durch den Pilz, sondern durch Bacterien erzeugt.

Die Ustilagineen — Brandpilze — und ihre Wirkung haben wir schon früher zu nennen Gelegenheit gehabt; es sind Parasiten der Krautpflanzen. Im Gewebe, beziehungsweise der Frucht entwickelt sich das Pilzmycel, und die schwarz gefärbten Sporen.

Der Steinbrand, Schmier- und Stinkbrand genannt (Fig. 262) (Tilletia Caries), befällt den Weizen und füllt die Körner prall mit einem übelriechenden, das Mehl schädigenden Sporenpulver. Weniger schädlich für den Consumenten ist der Staub- oder Flugbrand (Fig. 263) (Ustilago Carbo), der bei Hafer, Gerste, Weizen die Fruchtknoten zerstört; er verfliegt, weil die Sporenmasse trocken bleibt, und gelangt also nicht ins Mehl.

Die Mucorineen finden sich zahlreich als saprophytische Arten verbreitet; Mucor mucedo und racemosus sind davon die häufigst beobachteten. Manche Mucorarten können

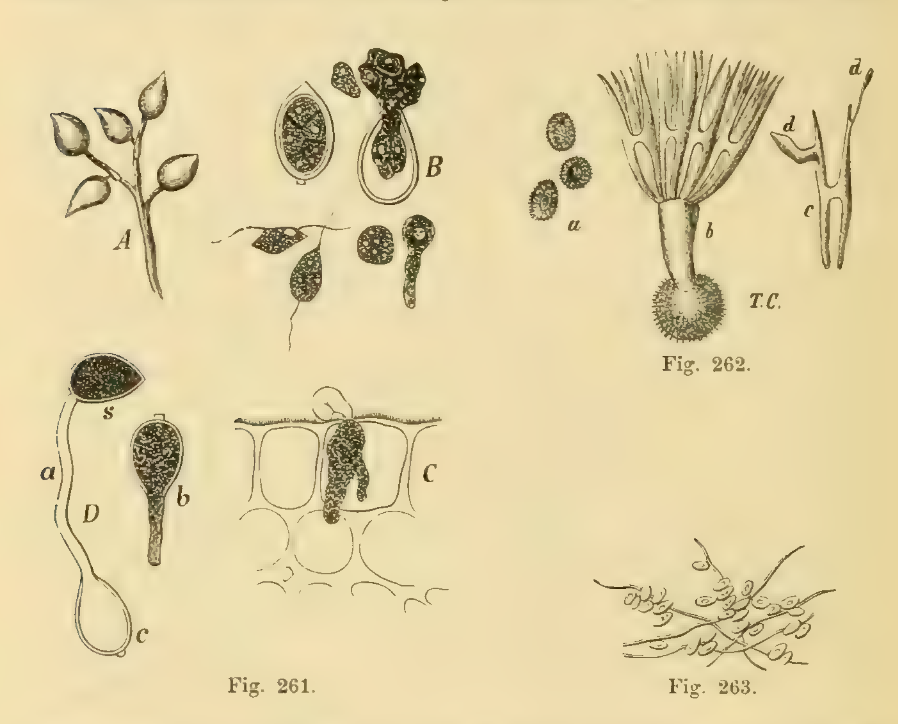


Fig. 262.

Fig. 261.

Fig. 263.

Temperaturen bis zu 37° ertragen; unter diesen hat man bei einigen, z. B. bei Mucor rhizopodiformis und corymbifer (pusillus und ramosus), beobachtet, dass ihre Sporen Kaninchen, in größerer Menge ins Blut injiciert, diese Thiere tödten, indem sie in verschiedenen Organen zu Pilzmycelien auswachsen (Lichtheim). Sporen werden im Körper aber nicht gebildet. Kleine Mengen injicierter Sporen ertragen die Thiere ohne Schaden; man nimmt an, sie würden durch Aufnahme in die weißen Blutkörperchen unschädlich gemacht. Beim Menschen hat man Mucorineen im äußeren Gehörgang gefunden; im allgemeinen sind aber diese Pilzansiedelungen wenig umfangreiche, ja es scheint der Mensch gegen die bei manchen Thieren pathogene Eigenschaften entfaltenden Mucorarten eine gewisse **Immunität** zu besitzen.

Unter den Pyrenomyceten finden sich mehrere auf Thiere oder Pflanzen parasitierende Arten. Botrytis Bassiana, der Muscardinepilz, befällt, wie Bassi im Jahre 1835 entdeckte, die Seidenraupe; die Keimschläuche werden in die Organe hineingetrieben, fructificieren im Körper und schließlich wachsen aus den getödteten Thieren Fruchthyphen hervor.

Claviceps purpurea, der Pilz des Mutterkorns (Fig. 264) entwickelt ein Sklerotium. Dieses gelangt meist in den Boden, überwintert dort, und keimt im nächsten Frühjahr, indem es auf langgestielten Fruchtträgern röthliche, flaschenförmige Perithecien tragende Köpfchen treibt. Die Perithecien tragen je 8 Ascosporen. Diese ausgestoßenen

Sporen treffen dann entweder direct oder durch Transport der Insecten auf Getreideblüten und wachsen so zu Mycel und Sklerotium aus. Dabei trifft man auch auf eine zweite Fortpflanzungsweise, auf die Gonidienbildung. Zur Zeit der Gonidienbildung wird aus dem Mycel, das auf den Ähren wächst, eine süßliche Flüssigkeit, „der Honigthau," ausgeschieden, welche reich an Sporen ist; namentlich Insecten vermitteln durch den Honigthau die Verbreitung des Mutterkorns.

Neben den vielen harmlosen Aspergillusarten, welche besonders durch die Farbe des Rasens voneinander zu unterscheiden sind, hat man aber auch solche kennen gelernt, welche bisweilen pathogene Wirkungen hervorrufen können; diese sind die bei höherer Temperatur gut gedeihenden Aspergillus fumigatus und flavescens (und subfuscus). In die Blutbahn gespritzt, tödten die Sporen dieser Pilze Kaninchen. Vögel werden aber häufig auf dem Wege natürlicher Infection von diesen Schimmelpilzen, die man dann namentlich in den Luftwegen findet, inficiert. Doch liegen Beobachtungen über derartige Mycosen auch für den Menschen vor. Der äußere Gehörgang, die Cornea (Keratomycosis aspergillina), werden am häufigsten befallen.

Eine Gruppe einfach organisierter Pilze stellt Oidium dar; die Hyphen tragen an ihrem Ende meist eine rosenkranzartige Kette endständiger Sporen. Saprophytisch trifft man Oidium lactis, den Milchschimmel, auf sauerer Milch.

Ein gefährlicher Pflanzenparasit ist Oidium Tukeri, der seit 1845 sich überallhin von England aus verbreitende Erreger der Weintraubenkrankheit, Blätter, Stengel und Trauben werden ergriffen. Die Oberhaut der Traube platzt und die Beere verdirbt.

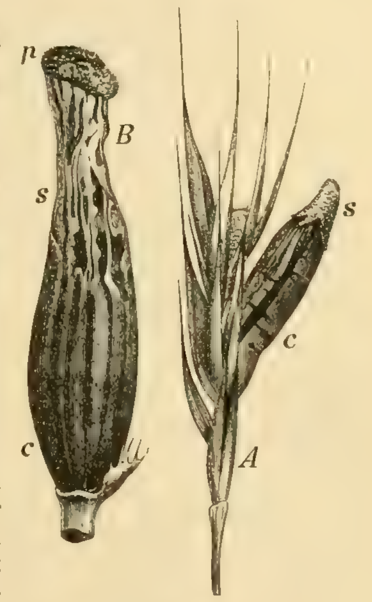


Fig. 264.

Zur Oidiumgruppe gehören auch die Erreger verschiedener Dermatomykosen des Menschen, des Favus, Herpes tonsurans und Pityriasis versicolor. Der Erreger des Favus wurde zuerst von Schönlein 1839 gefunden (Achorion Schönleinii); doch dürfte es wohl drei Abarten geben, welche Favus erregen können (Quincke). Der Herpespilz ist zuerst von Gruby und Malsten und der Pilz der Pityriasis von Eichstedt 1846 aufgefunden worden. Trotz ihrer großen Ähnlichkeit und der Beweise der Zusammengehörigkeit finden sich genügende Differenzen, welche die Individualität dieser Krankheitserreger sicherstellen (Grawitz). Ähnlich dem Menschengrind, Favus, verhält sich jener des Huhnes (Tinea galli) und der Mäusefavus.

Nahe verwandt mit den vorhergenannten Organismen ist Monilia candida, aber unterschieden durch die zahlreichen strauchartigen Verzweigungen der Hyphen; sie lebt saprophytisch auf Abfällen aller Art Mist, altem Holz u. dgl. Gelangt sie auf die Schleimhaut des Mundes, so pflegt sie dort zu wuchern und eine, namentlich bei Kindern, höchst lästige Erkrankung, den Soor, hervorzurufen. Man hat den Soorpilz früher zu Oidium gerechnet.

Das gefällte Holz wird von einer großen Menge von Pilzen besiedelt und zerstört; doch hat keiner dieser Pilze eine so hochgradige Bedeutung wie der sogenannte Hausschwamm, Merulius lacrymans; Nadelholz stellt seine Hauptnahrung dar, doch befällt er auch Eichenholz.

Die feinen Hyphen durchwachsen die Zellen, verzehren das Eiweiß, lösen Coniferin und Cellulose, eine aus Holzgummi, Gerbstoff und oxalsaurem Kalk bestehende braune, zunächst die Form erhaltende Masse hinterlassend.

Verliert aber das Holz seinen Wassergehalt, so schrumpft es zu einer schwarzen brüchigen Masse, die stets mit Begierde, ähnlich einem Badschwamme, Wasser aufsaugt, zusammen. Diese Aufsaugungsfähigkeit ist auf die Durchlöcherung der Pflanzenzellen durch die Hyphen zurückzuführen; Hausschwammstellen sind also leicht feucht. Der Hausschwamm wächst vom Holze aus gerne auch in das Mauerwerk, dieses nicht selten sprengend, hinein. Er versorgt sich durch Mycelstränge, welche den Charakter von Pflanzengefäßen annehmen können, von anderen Stellen aus mit Nahrung.

Unter Rostbraunfärbung bilden sich kleine, mit dicker Wandung versehene Sporen. Die Sporenwand hat eine Öffnung, die aber zunächst geschlossen bleibt; sie keimen leicht bei alkalischer Reaction einer Flüssigkeit, leicht also, wo Harn, Asche u. dgl. verschüttet wurde. Merulius lacrymans scheint auch im Walde vorzukommen, daher eine Infection bereits von dorther rühren kann (Hartig).

Fünftes Capitel.

Blastomyceten (Hefepilze).

Morphologie.

Die Sprosspilze oder Hefepilze finden sich in der Natur weit verbreitet vor; wenn man zuckerhaltige Flüssigkeiten geeigneter Verdünnung an der Luft stehen lässt, dauert es nicht lange, bis Alkoholgährung eingeleitet wird. Die reife Traube trägt schon am Weinstocke an der Oberhaut der Beeren die Hefezellen mit sich, welche gewissermassen nur auf den Augenblick, eine Zerlegung der Traubenbestandtheile und des Mostes einzuleiten, warten. Neben diesen „wild“ vorkommenden Hefepilzen gibt es aber auch solche, welche man Culturpflanzen nennen möchte, nämlich die in der Bierbrauerei verwendeten Hefen.

Die Alkoholgährung ist rein empirisch schon lange bekannt gewesen. Die Bierhefe hat zuerst Leuwenhoeck einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen (1680). Die Natur der Hefezellen als einzelliger Pflänzchen hat Schwann zu Berlin 1837 erkannt, und zur selben Zeit durch Cagniard de Latourre die Sprossung gesehen.

Von Sprosspilzen oder Hefen gibt es mannigfache Arten, gefärbte wie ungefärbte, alkoholbildende, und solche, denen diese Fähigkeit fehlt; ferner Hefen, welche nur bestimmte Kohlehydrate vergähren, und endlich solche, deren Gähroptimum bei verschiedenen Temperaturen liegt. Man hat erst in neuerer Zeit auf Grund der Untersuchungen von Hansen gelernt, die verschiedenen Sprosspilze besser zu unterscheiden, als dies früher möglich war.

Die Sprosspilze (Fig. 265)[1]) bestehen aus kleinen mikroskopischen Zellen, variabler Form; je nach den Nährflüssigkeiten, auf welchen sie wachsen, sieht man reinkugelige, elliptische, schlauchartige und wurstartige Formen. Diese Zellen zeigen meist größere oder kleinere Auswüchse, die man Sprossungen nennt; oft bleiben viele Zellen zu Sprossverbänden vereinigt. Die Sprossung ist die eine bekannteste Art der Fortpflanzung der Hefepilze, welche alle zu dieser hierzu zu

---

1) Fig. 265 und 266 nach Jörgensen, die Mikroorganismen der Gährungsindustrie.

rechnenden Pilze aufweisen. Eine echte Mycelbildung wie bei den Schimmelpilzen, beobachtet man nicht.

Die Wuchsform und Sprossung ist aber, wie wir hervorheben wollen, auch bei manchen Schimmelpilzen, wie Mucor racemosus, Exo-



Fig. 265.

ascus, Taphrina, Fumago, Dematium pullulans, Tremellina, beobachtet worden, so dass also diese gewissermaßen ein Bindeglied mit den Hefen darstellen.



Fig. 266.

Die meisten Hefesorten (die Gattung Saccharomyces haben neben der Sprossung noch als zweite Fortpflanzungsweise die Sporenbildung, deren genaue Kenntnis eine wesentliche Beihilfe zur Trennung derArten darstellt (Fig. 266).

Die Sporen werden nur von kräftigen Zellen bei Luftzutritt und einem gewissen Temperaturgrad gebildet; sie sind kleine kugelige Körperchen zu mehreren im Innern einer Zelle eingeschlossen und oft durch gegenseitigen Druck etwas abgeplattet (Fig. 266 *a*). Wir haben es mit endogener Sporenbildung zu thun; die Sporen nennt man Ascosporen.

Die verschiedenartigen Hefen bilden von einem ganz bestimmten Temperaturminimum ab erst Sporen und haben alle eine obere Grenze, jenseits welcher diese Fähigkeit erlischt. Je höher die Temperatur von

der unteren Grenze ab steigt, um so rascher erfolgt die Sporenbildung. Weiters verhält es sich im allgemeinen so, dass jene Hefen, deren untere Grenze der Sporenbildung sehr tief liegt, auch ein tiefer liegendes Maximum haben als andere, und umgekehrt. Die unterste beobachtete Grenze der Sporenbildung liegt etwa bei + 0·5 bis 3° C., die höchste Grenze etwas über 37°. Man kann nach dem Gesagten die Zeit, welche bei einer bestimmten Temperatur verstreicht, ehe Sporen sich bilden, benutzen, um die verschiedenartigsten, sonst nicht zu trennenden Hefen zu unterscheiden. Bei 11·5° z. B. ist eine Hefe, welche eine tiefliegende Minimumgrenze der Sporenbildung hat, bereits in thermischer Hinsicht unter günstigen Lebensbedingungen, eine Hefe aber, welche erst gewissermaßen durch eine höhere Temperatur zum Leben erweckt wird, wird bei dieser obengenannten Temperatur nur sehr langsam zur Sporenbildung gelangen.

Man hat direct beobachtet, dass Saccharomyces cerevisiae I bei 11·5° erst nach 240 Stunden Sporen bildet, Saccharomyces Pastorianus schon nach 77 Stunden.

Durch diese Methode Hansens kann man noch Beimengungen von fremder Hefe, welche $^1/_{200}$ betragen, erkennen (Holm, Poulsen).

Die Hefeformen sind verschieden, je nachdem die Hefe einen Bodensatz oder eine Haut auf einer Flüssigkeit bildet.

Physiologie.

Die einzelnen Hefesorten unterscheiden sich wesentlich in ihrer Gährwirkung; manche geben der Bierwürze einen guten, andere erzeugen unangenehmen Geschmack, manche haben die Tendenz, eine andauernde Hefetrübung hervorzurufen (Grunland, Vill, Hansen). Unter den ascosporenbildenden Hefen (der Gattung Saccharomyces) führen manche Invertin und vergähren Saccharose und Dextrose (Saccharomyces Marxianus, exiguus), andere führen Invertin und vergähren Saccharose, Dextrose und Maltose (Hansen's Saccharomycesarten, untergährige Pilze), manchen mangelt Invertin und die Alkoholgährung überhaupt (z. B. Saccharom. membranaefaciens).

Eine ähnliche Unterscheidung gestatten auch die Hefepilze ohne Endosporenbildung (Torulaformen, Mycoderma), die man zusammengenommen auch als Torulaformen bezeichnet, viele von ihnen vergähren Maltose nicht, aber Dextrose und Invertzucker. Ein invertierendes Ferment enthalten gewisse Formen von Torula, anderen mangelt es (Mycoderma cerevisiae, Sacchar. apiculatus, Torula). Dagegen zerlegt Monilia candida, welche von einigen Autoren zu den Hefen gerechnet wird, Maltose, Dextrose und Saccharose und letztere direct, ohne dass Invertin vorher eingewirkt hätte. Im allgemeinen ist ihre Wirkung geringer als jene der sporenbildenden Arten, die man echte „Saccharomyces“ nennt. Zu den Torulaformen gehören auch manche farbstofftragende Hefen, z. B. die weit verbreitete Rosahefe.

Die wesentlichste biologische Thätigkeit der Hefen ist die Alkoholgährung. Das Wesen der Alkoholgährung ist zuerst von Lavoisier genau erkannt worden, indem es ihm gelang, quantitativ den Zucker, den Alkohol, und die Kohlensäure zu bestimmen.

Vollkommen exact haben aber erst Gay-Lussac, Thénard, Saussure die chemische Zusammensetzung der in Frage kommenden Substanzen durch Analyse festgestellt. Durch Dubrunfaut, Berthelot, Pasteur wurde der Modus der Zuckerspaltung eingehend studiert:

Bei der Alkoholgährung entstehen aus 100 Theilen Rohrzucker 105·26 Thl. Traubenzucker und diese liefern

Alkohol	51·11
CO_2	49·42
Bernsteinsäure	0·67
Glycerin	3·16
zum Hefenwachsthum	1·00

Nach Béchamp und Duclaux soll auch immer etwas Essigsäure entstehen.

Neben Äthylalkohol bildet sich noch das Fuselöl. Die Producte stammen aus dem Zucker, nicht aus dem Protoplasma der Hefe. Die Gährung ist Leben ohne freien Sauerstoff (Pasteur); die Sauerstoffentziehung ist aber nicht Ursache der Gährung, denn auch bei Zutritt von Luft kann die Hefe noch Alkohol bilden; die Gährung beruht eben auf den besonderen Eigenschaften des Protoplasmas der Hefe, mancher Schimmelpilze und Bacterien, das Zuckermolekül in CO_2 und Alkohol zu zerfällen.

Die Gährung führt uns klar vor Augen, um was es sich bei dem Lebensprocesse handelt. Wenn die Hefe Zucker spaltet, so gewinnt sie dabei die zum Leben nothwendige Spannkraft; bei der Bildung von CO_2 und Alkohol wird Wärme frei. Das Leben der höher organisierten Wesen, welche Sauerstoff aufnehmen, ist im Principe kein anderes, wie jenes der Hefe. Nur gestattet die vollkommene Verbrennung eine bessere Ausnutzung der in den Nahrungsstoffen vorhandenen Spannkräfte. Im allgemeinen stellt die Bildung von Oxydationsproducten jenen Process dar, bei welchem die meiste Spannkraft (beziehungsweise Wärme) gewonnen wird. Wenn $C_6 H_{12} O_6$ (Zucker) in $CO_2 + 2 C_2 H_5 OH$ (Alkohol) zerfällt, werden für 1 Molekül zerlegten Zucker 67.000 Cal. frei; wenn aber die Verbrennung des Zuckers eine complete ist, $C_6H_{12}O_6 + 6 O = 6 CO_2 + 6 H_2O$, so werden 709.000 Cal. geliefert.

Die Gährthätigkeit liefert nur 9·4 Procent der bei oxydativer Spaltung erzeugten Wärme; es ist daher erklärlich, dass bei gleicher Lebensenergie im Zustande der Gährung etwa elfmal so viel an Substanz zerlegt wird, als bei oxydativer Spaltung.

Die verschiedenen Hefesorten liefern aus dem gleichen Material sehr verschiedene Mengen von Alkohol und Glycerin (Borgmann) und vermögen z. B. Bierwürze in ganz verschiedenem Grade zu vergähren, auf 36 oder bis 53 Procent und mit einem Glyceringehalt von 0·08 bis 0·15 (Amthor).

Die Gährung erfolgt nur so lange die Hefezellen mindestens 40% Wasser führen, in Zuckerlösungen über 35% sinkt durch Osmose das Wasser in der Hefezelle unter den bezeichneten Grenzwert.

Die Hefe gährt von 9° ab bis nahezu 60° Sauerstoff, das Optimum liegt gegen 40°.

Gährt die Hefe nicht, so zersetzt sie ihre eigene Substanz unter Bildung von CO_2 und Alkohol und Ausscheidung von Tyrosin, Leucin, Butalanin, Carnin, Sarkin, Xanthin (Schützenberger.)

Die Hefe baut mit Ammoniaksalzen synthetisch Eiweißstoffe auf; doch degeneriert die Hefe, wenn längere Zeit keine Peptone oder Eiweißstoffe geboten werden. (Pasteur, Nägeli, Mayer).

Allantoin, Harnstoff, Guanin, Harnsäure sind gutes Nährmaterial; Kreatin, Kreatinin, Leucin, Hydroxylamin, Asparagin, Coffeïen ungeeignetes Material.

Unter den Kohlehydraten ist der Zucker stets verwendbar, sie bildet aus ihm Cellulose und aus den Kohlehydraten Fett.

Nach den Analysen von Nägeli besteht die Hefe (untergährige) in 100 Theilen Trockensubstanz aus: Cellulose, Pflanzenschleim, Zellmembran 37, Eiweißstoff und Peptone 47, Fett 5, Extractivstoffe 4, Asche 7.

Der Wassergehalt wird zu 40 bis 80 Procent angegeben; eine Rosahefe, in Reincultur auf Kartoffel wachsend, gab 24·1 Procent Trockensubstanz, 71·9 Procent Wasser und 6·3 Procent Asche der Trockensubstanz.

Die Asche besteht nach Mitscherlich in 100 Theilen:

	Phosphorsäure	Kali	Magnesia	Kalk
Oberhefe	53·9	39·8	6·0	1·0
Unterhefe	59·4	28·3	8·1	4·3

Bezüglich der Ernährung verhalten sie sich im allgemeinen ähnlich den Schimmelpilzen, nur ertragen sie nicht so große Concentrationen wie die letzteren, wenn auch ausnahmsweise Zucker bis zu 35 Procent nicht schadet. Sauere Reaction ist nicht schädlich, doch kann dieselbe nicht so hochgradig genommen werden, wie bei den Schimmelpilzen. Spuren freien Ätzkalis sind außerordentlich schädlich.

Die Hefesorten lassen sich besonders gut in Bierwürze cultivieren, aber auch auf festen Nährböden, z. B. Bierwürze-Gelatine u. dgl.

Selbst ein Druck von 300 bis 400 Atmosphären hemmt die Entwickelung nicht.

Von den Sprosspilzen sind directe pathogene Wirkungen kaum bekannt; dagegen haben sie für die Gährindustrie große Bedeutung. Man unterscheidet eine große Zahl verschiedener Arten. Die früher nicht weiter unterschiedene obergährige und untergährige Hefe sind verschiedene Racen.

Sechstes Capitel.

Schizomyceten (Spaltpilze).

Morphologie.

Die Spaltpilze sind in der Natur auf das weiteste verbreitet; jede Bodenprobe, jeder Tropfen Wasser, jede Luft pflegt die Keime in größerer oder geringerer Menge zu enthalten. Ihr wahres Element

sind Boden wie Wasser, weil sie hier allein neben Wärme und Feuchtigkeit die Nahrung finden; in der Luft trifft man auf Spaltpilze nur, insofern sie an Staubpartikelchen haften, daher in der über dem Meere lagernden Luft weniger als auf dem Lande und in der Nähe des Bodens mehr wie in bedeutender Höhe.

Die Spaltpilze betheiligen sich in großem Maßstabe an der Zersetzung organischer Materie, deren Theile sie in Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure, also vorzüglich in Pflanzennährstoffe umwandeln. So sind sie also im Kreislaufe des Lebens sogar ein recht wichtiges Mittelglied, indem sie nutzloser Aufspeicherung von Pflanzen- und Thierresten begegnen. Insoferne sie Gährungen erregen, bedienen wir uns derselben nicht selten zu industriellen Zwecken.

Bei ihrer Ubiquität ist es selbstverständlich, dass auch der Mensch tagtäglich mit Spaltpilzen überschüttet wird. Jeder Athemzug befördert sie mit den Staubpartikelchen nach den Lungenwegen, die Speisen sind von ihnen durchsetzt, das Wasser und die Getränke enthalten sie, die

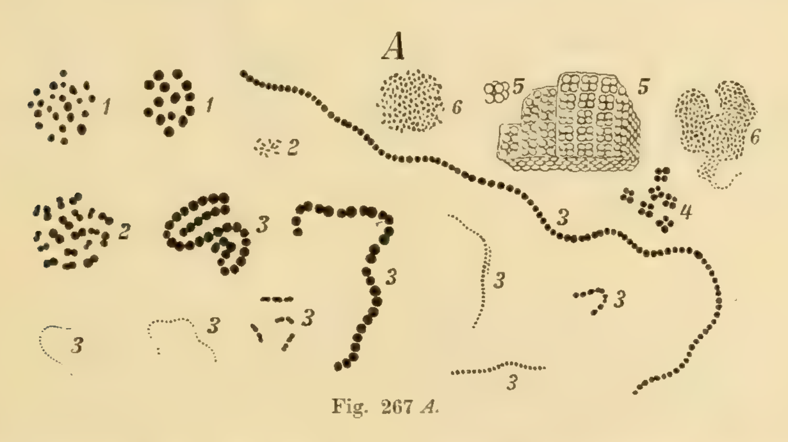


Fig. 267 *A*.

Haut bedeckt sich mit Staub und anderen keimführenden Materien. Jedenfalls durchziehen mit diesen Bacterienmassen die verschiedenartigsten Species zeitweise den Körper; aber trotzdem kehren bestimmte Species als regelmäßige Bewohner des Menschen wieder. Der Zahnschleim des Mundes zeigt fast eine constante Flora von Mikrokokken, Leptothrixfäden, Spirochäten, Kommabacillen, und diese Keime sind so regelmäßig, dass man in den Zähnen ägyptischer Mumien die gleichen fand, die auch heutzutage an der Zerstörung der Zähne sich betheiligen.

Wir begegnen den Spaltpilzen durch den ganzen Darmcanal des Menschen, wo sie in die Zersetzungen eingreifen, charakterische Stoffwechselproducte (Indol, Scatol, Buttersäure, Wasserstoff u. s. w.) erzeugen, lösend auf manche Speisebestandtheile wirken. Die Producte ihrer Arbeit durchsetzen unseren Körper und werden mit dem Harne ausgeschieden. Auch im Darmcanal pflegen sie sich so regelmäßig einzustellen, dass manche geradezu symbiotisch mit uns verbunden scheinen.

Leider sind aber auch die Spaltpilze vielfach unsere Feinde, indem sie, unter specifischen Krankheitsformen uns befallend, Gesundheit und Leben vernichten; die Krankheitserreger des Milz-

brandes, des Rotzes, des Tetanus, der Wundkrankheiten, der Tuberculose, Lepra, Diphtherie, Cholera, des Abdominaltyphus, der Recurrens sind sicher Spaltpilze und für manche andere Erkrankungsformen bestehen Wahrscheinlichkeitsgründe, dass auch bei ihnen Spaltpilze als specifische Ursache gegeben seien.

Ihre morphologischen Verhältnisse sind leicht dargestellt (Fig. 267). Die Spaltpilze sind einzellige Wesen. Sie treten in der Wuchsform von Kügelchen auf, die bei einiger Größe als Makrokokken (Fig. 267 A_1),

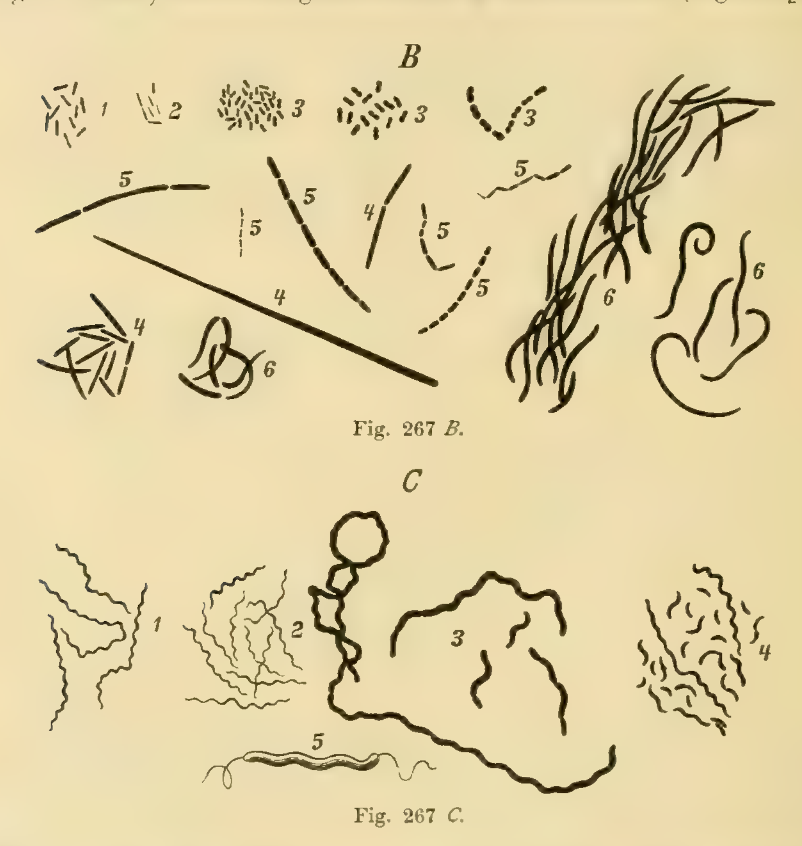


Fig. 267 *B.*

Fig. 267 *C.*

wenn sie klein sind, als Mikrokokken bezeichnet werden. Manchmal sind zwei, manchmal mehr, bisweilen sehr viele aneinandergereiht — als Diplokokken (Fig. 267 A_2), Torulaform, Streptokokken (Fig. 267 A_3), oder sie liegen in echter traubenartiger Anordnung gehäuft — Staphylokokken (Fig. 267 A_6).

Eine zweite Wuchsform der Spaltpilze sind die Stäbchen (Fig. 267 $B_{1,2}$), deren kürzere als Bakterien, länger als Bacillen bezeichnet werden. Durch aneinander haftende Zellen (Fig. 267 B_5), bilden sich hyphenartige Fäden (sogenannte Scheinfäden (Fig. 267 B_4), auch Leptothrix genannt); Dichotomverzweigungen wie bei Hyphen kommen nicht vor. Manchmal sind die Stäbchen gekrümmt (meist wohl dann unter gleichzeitiger Torsion um die Längsachse), man unterscheidet

sie als Vibrio (Fig. 267 C_4). Mehrere solcher nehmen S-Formen an, dann korkzieherartige Formen (Spirillen), oft sehr langgedehnt (Spirochäten) (Fig. 267 C_3), bisweilen zu haargeflechtähnlicher Vereinigung verschlungen (Spirulinen).

In einigen Fällen bleiben die Spaltpilze in Form von Warenballen miteinander vereinigt (Sarcineform) (Fig. 267 A_5).

Die Zellhaut der Spaltpilze hat unter Umständen die Fähigkeit stark aufzuquellen und bildet eine „Zooglöa"; diese ist bei einiger Concentration klebend. Sie erinnert an die bei Algen beobachteten Gallertkapseln.

Bei den Spaltpilzen findet man eine wahre Eisenbewegung; von der Molecularbewegung sehen wir dabei ab. Eigenbewegung scheint bei Mikrokokken nicht vorzukommen; bei den anderen Wuchsformen, Bacillen und Spirillen, begegnet man beweglichen Organismen dagegen häufig. In einer großen Mehrzahl der Fälle dürfte nach Untersuchungen von Löffler das Bewegungsorgan in Geisseln zu suchen sein. Muthmaßlich spielt das specifische Gewicht der Spaltpilze hinsichtlich der Bewegungsfähigkeit eine Rolle. Bei Bakterien, welche in Reincultur geprüft wurden, fand sich das specifische Gewicht zwischen 1·065 bis 1·038 jenes des Wassers = 1·0 gesetzt (Rubner).

Degenerationserscheinungen begegnet man häufig; die Zellen werden dabei bisweilen blasig aufgetrieben oder zerfallen in Kügelchen u. dgl.

Neben der vegetativen Fortpflanzungsart durch Spaltung vermehren sich die Spaltpilze durch Sporenbildung, und zwar durch athrospore oder durch endogene Sporenbildung.

Die erstere tritt bei Kokken häufig auf. Unter der großen Zahl einer z. B. im Absterben begriffenen Cultur von Kokken wird man stets einzelne Zellen finden, welche den schädigenden Einflüssen ganz widerstehen und zum Ausgangspunkt einer neuen Generation werden, somit als Sporen fungieren. Man nennt sie Arthrosporen.

Prägnanter verläuft die endogene Sporenbildung. Im Innern einer Mutterzelle, oft nach vorheriger Verdickung des Mitteltheils, sieht man an einer Stelle die Zellsubstanz heller werden, und schließlich geht ein mehr oder minder großer Theil der letzteren in einen runden oder elliptischen, stark lichtbrechenden Körper — die Spore — über. Eine Mutterzelle scheint nur je eine Spore zu bilden. Manchmal liegt die Spore ganz innerhalb der Mutterzelle (z. B. beim Milzbrandbacillus) oder sie baucht die Wandung der Mutterzelle stark nach außen (Heubacillus). Die Ursachen der Sporenbildung liegen in der Zellsubstanz selbst; bei Bacillus amylobacter bilden die einen Zellen Sporen, während gleichzeitig die anderen durch Theilung sich mehren, und in anderen Fällen kommen durchaus nicht alle Zellen zur Sporenbildung.

Späterhin tritt die Spore aus und kann unter geeigneten Verhältnissen wieder zum Bacillus u. dgl. auswachsen. Arthrospore Sporenbildung begegnet man bei Mikrokokken, endogener bei Bacillen und Spirillen.

Die Sporen bestehen vermuthlich aus wasserwarmem, vielleicht auch aus salzarmem Eiweiß. Sie haben eine Membran. Äußeren Eingriffen widerstehen sie weit besser als die vegetativen Formen.

Die nähere Structur und Organisation der Spaltpilze ist durch Zacharias und Bütschli bekannt geworden; bei manchen Bacterien lässt sich deutlich eine Rindenschicht von einem Centralkörper unterscheiden. Die Rindenschicht oder Hülle ist farblos, zeigt weitmaschige Netzzeichnung und besteht vermuthlich aus einer Plasmamodification, jedenfalls nicht aus Cellulose. Die Rindenschicht geht unmittelbar in die Geissel, mit welcher manche Bacterien ausgestattet sind, über.

Der Centralkörper zeigt wabige Structur, bisweilen in mehrfacher Lage. Die Trennung in Rindenschicht ist bei den kleineren Bacterien und Vibrionenarten nicht mehr deutlich nachweisbar, beziehungsweise die Rindenschicht, welche dem Plasma anderer höher organisierter Zellen entspricht, tritt mehr und mehr zurück und kann sich schließlich auf eine feine Hülle um den Centralkörper reducieren. Letzterer scheint ganz aus Kernmasse zu bestehen, so dass also die kleinsten Spaltpilzformen der Hauptsache nach aus solcher Kernmasse gebildet werden, gerade so, wie ja auch die Spermatozoën nahezu ausschließlich Kernmasse enthalten und nur einen äußerst schwachen Plasmaüberzug des Kernes aufweisen. Allerdings zeigen die Bacterien bei ihrer Theilung keine Karyokinese, doch wird dieselbe auch bei anderen Organismen vermisst.

Als Inhalt des Bacterienleibes hat man bei Bacillus amylobacter in einem gewissen Stadium Stärke gefunden; Schwefelkrystalle tragen namentlich die Beggiatoën als hellglänzende Körperchen eingelagert. Fast überall trifft man auf kleine Körnchen von rother Farbe, deren Natur noch unbekannt ist.

Farbstoffe sind bei den Spaltpilzen weit verbreitet. Viele Fäulnisbacterien führen rothen Farbstoff (Bacteriopurpurin); der Centralkörper scheint von demselben nicht gleichmäßig gefärbt, sondern man trifft den Farbstoff unter der Rindenschicht und netzartig verbreitet. Gelbe und blaue Farbstoffe werden mannigfach beobachtet. Das Chlorophyll gehört nicht zu den Spaltpilzfarbstoffen; doch hat bei einigen Arten van Tieghem Chlorophyll nachgewiesen.

Abstammung der Spaltpilze.

Unter den Spaltpilzen vermitteln die arthrosporen Arten den Zusammenhang mit den echten chlorophyllführenden Pflanzen, und zwar mit den Spaltalgen, den Nostocaceen; sie sind im gewissen Sinne geradezu als chlorophyllfreie Nostocaceen zu bezeichnen. Mit den arthrosporen Arten hängen sodann die Spaltpilze mit endogener Sporenbildung trotz mancher Verschiedenheiten enge zusammen.

Da die Spaltpilze und Spaltalgen miteinander enger verwandt erscheinen als mit irgend anderen höher stehenden Pflanzen, hatte man sie auch unter dem Namen Schizophyten vereinigt.

Bei mangelnder Kenntnis zureichender Untersuchungsmethoden und mangels kritischer Sichtung der thatsächlichen Beobachtungen, hatte man früher gemeint, es wäre bei den Spaltpilzen unmöglich, distincte Species zu unterscheiden, ja es wäre eine solche Scheidung überhaupt unnöthig, da die einzelnen Spaltpilze je nach den Ernährungsbedingungen beliebig sich umzuwandeln vermöchten. Ein Kokkus könne zum Stäbchen und dieses zum Spirillum werden und ebenso labil seien die physiologischen Eigenschaften, da ein Milchsäurebacillus gegebenenfalls in einen Typhusbacillus sich zu transformieren im Stande sei.

Diese Negation jedweder Species hat sich als ein Irrthum erwiesen; es lassen sich bei den Spaltpilzen so gut wie bei den höheren Pflanzen die Arten trennen. Man bedarf aber dazu vielfach eines recht com-

plicierten Apparates und vieler Einzelmerkmale, um einen Entscheid zu treffen; die Schwierigkeiten der Bestimmung einer Art sind umsoweniger zu unterschätzen, als manche Eigenschaften der Spaltpilze in der That innerhalb gewisser Grenzen labil sind.

Variabel kann die Größe der einzelnen Individuen, die Krümmung bei den Vibrionen, die Steilheit der Schraubengänge bei den Spirillen, die Form der Stäbchenenden sein. Auch biologische Merkmale können sich ändern, z. B. die Beweglichkeit und Fermentbildung und specifische Gährwirkung, ferner auch die Giftwirkung, Farbstoffbildung.

Diese Variationen treten aber nicht etwa alle gleichzeitig bei einer Species ein, sondern nur die eine oder die andere; sie können aber trotzdem unter Umständen die Identificierung aufs hochgradigste erschweren. Jedenfalls mahnt das Schwankende gewisser Eigenschaften zur Vorsicht und begründet die Nothwendigkeit der Heranziehung mehrfacher Artcharaktere bei der Bestimmung der Spaltpilze.

Unter den Spaltpilzen sind bis jetzt auch einige pleomorphe Arten gefunden worden, wie Crenothrix, Beggiatoa, Cladothrix. Sie können als Fäden, Stäbchen, Kokken und in Schraubenform wachsen, aber immer gehören diese Wuchsformen einem bestimmten, stets wiederkehrenden Formenkreise an. Wir haben oben bei den thierischen Parasiten gezeigt, wie diese häufig in ihren einzelnen Entwickelungsstadien hochgradig different sind; die pleomorphen Arten mit diesen verglichen sind immerhin noch einförmig zu nennen.

Physiologie.

a) Ernährung.

Die Zusammensetzung des Spaltpilzleibes ist noch ungenügend bekannt; man gibt für 100 Theile (reifer) Bacterien an, sie bestånden aus Eiweiß 84·2, Fett 6·0, Asche 4·7.

Der Wassergehalt frischer Culturen von Wasserbacterien auf Kartoffeln gezüchtet beträgt 76·3 bis 82·7 Procent; Mikrokkus prodigiosus besitzt einen solchen von 79·1 Procent. Die Zusammensetzung hängt aber von dem Nährboden und anderen Bedingungen ab (Cramer.)

	Trockens.	Asche in der Trockens.
Prodigiosus hatte bei Zimmertemp. gewachsen	20·98	12·52
bei Bruttemp. gewachsen	24·17	9·31
in kurzer Wachsthumszeit	17·45	13·77
alte Culturen	20·44	11·33
auf Kartoffel gew.	21·49	12·86
auf gelben Rüben	12·58	11·22

Der bac. pyocyaneus bildet auf Pepton in Wasser gezüchtet nur blauen Farbstoff, auf Eiweiß ein schön grün fluorescierenden Farbstoff, auf Kartoffelcultur und Eigelb einen rothbraunen Farbstoff (Gessard).

Der Aschegehalt wurde durchgehends weit höher gefunden als die Angaben von Nenki sind, nämlich im Minimum zu 10·3 Procent, im Maximum zu 16·3 Procent, auch wieder abhängig und schwankend nach den Ernährungsverhältnissen.

Die Natur der Eiweißstoffe der Spaltpilze ist in neuerer Zeit etwas näher studiert worden; in milzbrandsporenhaltigem Material fand Nenki und Dyrmont Anthraxproteïn, den Pflanzencaseïnen wie Schleimstoffen verwandt. Albumin hat Hellmich in den Bacterien nicht gefunden, dagegen Globuline und ein von Nenkis Anthraxproteïn verschiedenes, schon bei 70° coagulierbares Caseïn. Die Spaltpilze enthalten in dem Globulin und Caseïn

durch Wärme fällbares Eiweiß. Vandevelde will in Bacillus subtilis Nuclein gefunden haben. Cellulose, welche manche Forscher vermissten, wiesen Scheibler und Durin bei Leuconostoc mesenterides nach. Jedenfalls steht so viel sicher, dass die Cellulose im Aufbau der Spaltpilze keine wichtige Rolle spielt.

Die Ernährungsweise der Spaltpilze ist noch ungenügend klargelegt. Eiweiß und Pepton stellen nach Nägeli ein gutes Nährmaterial dar. Ammoniaksalze wirken günstiger ein als bei den Sprosspilzen, und ferner scheinen bisweilen Nitrate an dem Aufbau von Eiweiß sich zu betheiligen. Von stickstoffreien Nährstoffen sind die Zuckerarten, Glycerin, Weinsäure, Citronensäure, Äpfelsäure, Schleimsäure, Milchsäure, Essigsäure zu nennen. Alkohol wird zu Essigsäure umgewandelt.

Die Spaltpilze vermögen, wie wir aus ihrem Gedeihen auf den verschiedenartigsten Nährsubstraten schon ermessen können, mit mannigfachen Nahrungsstoffen auszukommen. Sie bedürfen zum Theil unbedingt des Luftzutrittes — obligate Aërobien — wie z. B. einige im Wasser vorkommende Keime, der Heubacillus, die gelbe Sarcine, andere gedeihen bei Luftzutritt wie Abschluss — facultative Anaërobien — wozu die meisten der bis jetzt untersuchten gehören, z. B. die Milzbrandbacillen, Typhusbacillen, Kommabacillen, Pneumoniebacillen, die Eiterkokken, Milchsäurebacillen u. s. w., endlich gibt es auch Keime, die ausschließlich bei Luftabschluss leben — obligate Anaërobien — z. B. die Ödembacillen, Tetanusbacillen, Rauschbrandbacillen.

Der Chemismus der Ernährung wird demnach je nach der aërobiotischen oder anaërobiotischen Lebensweise ganz verschieden sein; über den Kraftwechsel und die Bedeutung des Sauerstoffabschlusses können wir auf das bei den Hefepilzen Gesagte verweisen. Die Zersetzung der Nährstoffe erfolgt durch die Spaltpilze durch directe Einwirkung des lebenden Protoplasma auf die ernährenden Moleküle, wozu ein Eindringen des Nahrungsstoffes in den Zellenleib nicht immer unmittelbar nöthig erscheint. Die Zersetzungssphäre der Spaltpilze (wie Hefepilze) dürfte dem zwei- bis fünffachen Radius der Zelle entsprechen (Nägeli).

Die Zersetzung erfolgt aber auch durch Fermente, welche durch die Spaltpilze ausgeschieden wurden. Alle Gelatine verflüssigenden Arten enthalten ein diese Wirkung bedingendes Ferment; dieses Ferment greift auch Fibrin an. Die Fermente ertragen in feuchtem Zustande Erwärmen bis 50 und 60°. Von 140 näher bekannten Mikroorganismen enthalten 40 leimlösende Fermente (Fermi).

Hohe Temperaturen zerstören das leimlösende Ferment, aber auch die anderen bekannten Fermente. Pepsin wirkt über 70° nicht mehr auf Fibrin, Trypsin löst bei 50° nicht mehr Fibrin, aber noch Gelatine. Papayotin wirkt bis 60° auf Gelatine lösend.

Weit verbreitet sind diastatische Fermente, deren Wirkung von 4 bis 50° C. reicht; sie sind nicht identisch mit den Leimlösenden. Manche Keime enthalten nur diastatisches, andere bisweilen nur leimlösendes Ferment. Kräftig diastatisch wirken der Milzbrandbacillus, Kommabacillus, der Finkler'sche und Denneke'sche Bacillus, Heubacillus und Bacillus Fitzianus; unwirksam sind von bekannteren Mikroorganismen der Staphylococcus aureus und Bacillus prodigiosus. In eiweiß- und peptonfreien Lösungen werden keine Fermente gebildet (Fermi). Auch Invertin wurde bei Bacterien gefunden (Hansen), ebenso labähnliche und celluloselösende Fermente.

Als eine Wirkung der Zersetzung von Nährmaterial muss die Erzeugung von Wärme angesehen werden, nur wird dieselbe, weil sie meistens rasch abgeleitet wird, nicht leicht wahrnehmbar. Lagert organische Substanz mit Bacterien durchsetzt in Haufen, so gibt sich die Erwärmung kund. Sehr charakteristisch ist das Leuchten von Fleisch und Fischen, wenn diese von Bacillus phosphorescenns besiedelt sind.

Je nach der Natur des Nahrungsmaterials und je nach den weiteren Bedingungen, wie Temperatur, Luftzutritt, Zeitdauer der Einwirkung, sind die Stoffwechselproducte verschieden.

Die completeste Zerlegung, die sich an jene durch die höheren Organismen anlehnt, erfolgt bei Sauerstoffzutritt. Die organischen stickstofffreien Verbindungen zerfallen in CO_2, OH_2; das Ammoniak aber, welches bei den höher organisierten Zellen in seinen Derivaten als Harnstoff u. dgl. als Endproduct erscheint, wird von vielen Spaltpilzen offenbar als Nahrungsstoff zu Salpetersäure verbrannt, ein Vorgang, den man Nitrification nennt. Der nähere Chemismus ist nicht bekannt. Der Wärmewert dieser Umwandlung von NH_3 zur NOH_3 dürfte bedeutend sein, da sowohl die Zersetzung von NH_3 in N und Wasser, als auch die Bildung von gelöster NO_3H unter Wärmeentwickelung erfolgt. Freies Stickgas wird nicht abgetrennt. Auch bei aërober Cultur bilden manche Keime SH_2; letzterer entsteht nicht durch die Einwirkung des nascierenden Wasserstoffs auf Sulfate (Rubner).

Bei Sauerstoffabschluss sind die Stoffwechselproducte andere. Unter den gasförmigen tritt neben CO_2 noch Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff auf, meist auch mischen sich den Gasen riechende Stoffe bei. Der Zerlegung der organischen Substanzen bleibt eine unvollkommene, da es ja an O fehlt. In manchen Fällen kann man die Ablagerung von Schwefelkörnchen auftreten sehen (bei Beggiatoa). Der Wasserstoff kann außerdem etwa vorhandene Nitrate in Nitrite, Invertzucker in Mannit überführen und manche Farbstoffe verändern.

Die unvollkommenen Zersetzungsproducte krystallinischer oder löslicher Natur wechseln außerordentlich nach der Art der Nährflüssigkeit, es kommen Körper der Fettreihe, wie solche der aromatischen vor. Amide der Fettsäuren sind häufig, ebenso Ammoniak und dessen Salze. Man findet Fettsäuren wie Ameisensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure, Buttersäure, Caprin- und Caprylsäure, Alkohol, Trimethylamin, Ammoniak, Leucin, Tyrosin, Phenol, Kresol, Parakresol, Hydroparacumarsäure, Indol, Skatol. Von großer Wichtigkeit aber sind als Spaltungsproducte verschiedene äußerst giftige Substanzen alkaloidartiger Natur, die man Ptomaine nennt und welchen die Spaltpilze vielfach ihre gesundheitsgefährlichen Wirkungen verdanken.

Manchmal ist bei den Spaltpilzen die Zersetzungsfähigkeit für gewisse Stoffe ganz besonders entwickelt, dass man von einer „specifischen Gährthätigkeit“ zu reden pflegt; doch scheint es nicht so zu sein, dass eine Zersetzungsweise nur von je einer Spaltpilzart hervorgerufen wird. Die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure können mindestens zwei Spaltpilze: Bacterium aceti und Pasteurianum (Hansen) erzeugen. Die Buttersäuregährung, wobei $C_6 H_{12} O_6$ (Dextrose) $= C_4 H_8 O_2$ (Buttersäure) $+ 2 CO_2 + 2 H_2$ wird, mindestens 3 wohlcharakterisierte Spaltpilze (Gruber) und noch zahlreicher sind die Organismen der Milchsäuregährung.

Bei den Umsetzungen unter O-Abschluss kommt es theils zur Bildung von Oxydationsproducten, der CO_2, neben einer großen Menge von Reductionsproducten. Wie immer auch bei diesen verschiedenartigen Umlagerungen die Trennung und erneute Bindung der Atome sein mag, so muss doch das eine Grundgesetz alles Lebens erhalten bleiben, dass Spannkräfte zur Verwendung im Lebensprocesse der Spaltpilze frei gemacht werden. Soweit man in der That die activen Wirkungen des Zellenleibes oder der Fermente verfolgt, überall sieht man Zersetzungen eingeleitet, bei welchen Spannkraft, beziehungsweise Wärme gewonnen wird.

Z. B. hat man für die Spaltung der Stärke durch Diastase zu Maltose; $2 C_6 H_{10} O_5 + H_2 O = C_{12} H_{22} O_{11} = + 28.000$ Cal.; für die Wirkung des Invertins (auf Rohrzucker): $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O = C_6 H_{12} O_6$ (Dextrose) $+ C_6 H_{12} O_6$ (Levulose) $= + 9000$ Cal.; für die Buttersäuregährung aus Dextrose: $C_6 H_{12} O_6$ (Dextrose) $= C_4 H_8 O_2$ (Buttersäure) $+ 2 CO_2 + 2 H_2 = + 74.000$ Cal. Bei einer größeren Zahl von Bacterien ist man in der Lage kräftige Phosphorescenz nachzuweisen.

Die in Flüssigkeiten vorhandenen Mikroorganismen vermögen gegenseitig ihren Lebensablauf zu beeinflussen. Wenn in einem für Spaltpilze günstigen Nährboden viel Hefepilze ausgesäet werden, so kann die Entwickelung der Spaltpilze ganz unterdrückt werden (Nägeli). Diese Beeinflussung geschieht in manchen Fällen durch Stoffwechselproducte, welche der fremden Art schädlich sind. Auf einem Nährboden, auf welchem Bac. fluorescens put. gewachsen ist, gedeihen weder Typhus noch Pneumoniebacillen, noch der Staphylococcus aureus. Neben solchem Antagonismus gibt es aber Keime, die stets in Gemeinschaft gefunden werden (symbiotische) und manchmal macht die eine Bacterienart den Nährboden für eine nachfolgende brauchbar (metabiotische Bacterien).

Die Nährstoffe, welche den Spaltpilzen geboten werden, müssen reichlich mit Wasser durchsetzt sein; Feuchtigkeit ist ja eine Grundbedingung des Lebens. Zwar vermögen sich Spaltpilze verschiedenartigen Concentrationen der Nährlösungen anzubequemen, allein immerhin scheint ihr Wasserbedürfnis ein weit größeres zu sein, als jenes z. B. der Schimmelpilze.

Säure und Alkaliüberschuss wirken störend, weit mehr aber die Säure, als das Alkali; doch finden sich mannigfache Abweichungen von dieser Regel. Bac. butyricus und aceticus vertragen Säure. Letzterer gedeiht erst bei 2 Procent Essigsäure. Micrococcus ureae verträgt bis 13 Procent Ammoniak.

Minima und Optima der zur Entwickelung der Spaltpilze nothwendigen Temperaturen schwanken im Mittel annähernd, wie die bei den Hefepilzen gegebenen Werte zwischen einigen Graden über 0 bis 40°; doch hat man manche recht erhebliche Abweichungen kennen gelernt. Miquel und van Tieghem beobachteten eine Bacillusart, welche bei 74° wächst und Sporen bildet, Miquel eine Mikrokokkenart, welche sich noch bei 91 bis 94° vermehrt. Man kennt übrigens in einer Reihe von Thermen und Fumarolen Algen, welche sicherlich bei Temperaturen von 57 bis 60° leben: es existiert demnach weit verbreitet in der organisierten Welt eine Acclimatisation an hohe Temperaturgrade.

b) Wachsthum und natürliche Hemmungseinrichtungen.

Die Spaltpilze vermehren sich, wie ihr Name besagt, durch Eintreiben einer Theilungswand und Abtrennung der Hälften als neue Individuen. Dieser Process verläuft bei manchen Arten sehr rasch, bisweilen schon in 20 Minuten. Würde die Spaltung gleichmäßig 24 Stunden andauern, so würden von 1 Individuum ausgehend, 4700 Trillionen entstehen können. Da 30 Billionen Spaltpilze im trockenen Zustande erst 1 *g* wiegen, so wären in obigen 4700 Trillionen nicht weniger als 150.000 *kg* trockenes Nährmaterial aufgespeichert.

Es ist selbstverständlich, dass einer solchen ungeheuren Vermehrungsfähigkeit gegenüber auch eine Reihe von hemmenden Einflüssen bestehen, um die Überflutung mit Bacterien auszuschließen. Schon der Umstand, dass eine Reihe von Lebensbedingungen: Wärme, Feuchtigkeit, Nahrungsstoff, Mangel an Concurrenz, gegeben sein müssen, um das Optimum der Lebensenergie zu erreichen, ist als ein Hindernis ihrer Vermehrung zu betrachten; unter den zahllosen möglichen Combina-

tionen, welche eintreten können, werden die günstigsten Bedingungen nur einen kleinen Bruchtheil ausmachen.

Aber auch dort, wo sich die Spaltpilze wirklich reger vermehren, werden, noch ehe das Nahrungsmaterial durch sie aufgebraucht ist, der weiteren Verbreitung Hindernisse bereitet.

Die schrankenlose Vermehrung der Spaltpilze wird durch ihre Stoffwechselproducte gehemmt; gerade wie bei höheren Organismen die Producte des eigenen Stoffwechsels dem Leben schädlich sind und ausgeschieden werden müssen, so sehen wir allenthalben die Spaltpilze ihre Wirkung und Fortpflanzung einstellen, wenn sich eine gewisse Menge von Stoffwechsel oder Gährproducten angesammelt hat. Bekanntlich stellt die Hefe, wenn sich etwa 14 Procent Alkohol gebildet hat, ihre Thätigkeit ein; die Harnstoffgährung durch Micrococcus ureae hört auf, wenn 13 Procent kohlensaures Ammoniak sich gebildet haben, die Milchsäurebacterien scheinen mehr freie Milchsäure als 0·8 Procent nicht zu ertragen.

Die Zahl der Hemmungseinflüsse muss nach dem Dargelegten eine außerordentlich große genannt werden und sie werden sich offenbar sehr häufig in kurzen Zeiträumen wiederholen. Wir wissen, dass die durch Hemmung bedingte zeitweilige Latenz des Lebens aber von vielen niederen thierischen Organismen, von den Samen höherer Pflanzen und so auch von vielen Spaltpilzen ohne Nachtheil ertragen wird. Der Latenz folgt unter günstigen Verhältnissen das üppigste Wachsthum.

Die natürlichen Hemmungsbedingungen steigern sich aber doch mitunter zu Einflüssen, welche direct tödtend für die Spaltpilze werden; so erreicht die Temperatur in manchen Fällen im Boden höhere Grade, welche das Leben vernichten, der rapide oder oftmalige Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit schwächt und tödtet, endlich aber scheint die längere Einwirkung des Sonnenlichtes ein bacterienfeindliches Element.

Die natürlichen Hemmungsbedingungen würden unzweifelhaft auf das allergewaltigste bacterienvernichtend eingreifen, wenn nicht ein großer Theil der Spaltpilze in der Sporenbildung ein Mittel besäße, den Schäden zu begegnen. Die Sporen — speciell die endogen entstandenen — widerstehen in hohem Maße den Einflüssen der Austrocknung, ohne im mindesten der Keimkraft verlustig zu werden; sie widerstehen ferner sehr gut auch hohen Temperaturen, indess die vegetativen Formen derselben Art weit leichter zugrunde gehen.

Die vegetativen Zellen sterben, von den früher schon angegebenen Ausnahmsfällen abgesehen, im Durchschnitt bei normalem Feuchtigkeitsgehalt und einige Zeit (10 bis 30 Minuten) währender Erhitzung bei 50 bis 60° ab, gerade so wie andere Pflanzenzellen auch. Trocknen die vegetativen Formen vorher aus, so halten sie weit höhere Temperaturen aus.

Die endogenen Sporen ertragen vielfach ein langdauerndes Erwärmen in Flüssigkeiten auf 100°, ja bis zu 130°; doch kommt es auch auf die Art der Flüssigkeit an, in welcher die Sporen sich befinden. Eine Sporenart, welche in Gelatine 110° ertrug, starb in Milch erst bei 120° ab (Duclaux); in trockenem Zustande sind die Sporen weit resistenter als im feuchten Zustand.

Die Tödtung durch Hitze erfolgt wahrscheinlich durch Coagulation von Eiweißkörpern, welche unbedingt zum Leben nöthig sind: es finden sich auch bei den Bacterien solche durch hohe Temperaturen coagulable Stoffe. Die Widerstandskraft gegen Hitze dürfte (außer auf die besondere Natur der Eiweißstoffe) in manchen Fällen auf den verschiedenen Wassergehalt zurückzuführen sein, den z. B. vegetative Formen und Sporen aufweisen. Je kleiner der Wassergehalt, desto weniger verderblich wirkt die Hitze. Eieralbumin, in wässeriger Lösung coaguliert bei 56°, wenn es aber durch vorsichtiges Trocknen das Wasser verloren hat, kann es auf 160 bis 170° erhitzt werden, ehe es zur Coagulation gebracht wird. Die Sporen enthalten weit weniger Wasser als die vegetativen Formen; für Schimmelpilze haben wir für vegative Formen etwas 72 Procent Wasser, für die Sporen nur 42 Procent angegeben. Dieses Wasser ist hygroscopisches, welches bei trockener Erhitzung sofort verloren wird. Vermuthlich spielt der geringe Aschegehalt der Sporen auch eine wichtige Rolle. Auch die trockenen Samen der höheren Pflanzen ertragen eine Erhitzung auf 120° ohne Einbusse der Keimfähigkeit.

Erniedrigung der Temperatur unter 0° ertragen die meisten Spaltpilze ohne Tödtung; in manchen Fällen hat man Temperaturen von — 130° ohne Schaden einwirken sehen. Höchst auffällig ist der Einfluss längerer Besonnung auf die Spaltpilze; Pilze, welche in Flüssigkeiten im Dunkeln länger als ein Jahr lebten, wurden im Sonnenlicht in 14 bis 40 Tagen getödtet. Keime, welche eingetrocknet 5 bis 6 Monate lebensfähig bleiben, sterben im Sonnenlicht in ein paar Tagen (Duclaux). Die äußerst verderblichen Milzbrandkeime verlieren durch die Besonnung ihre Virulenz, werden unschädlich und sterben ab.

Entstehen des Parasitismus.

Wie man bei den thierischen Parasiten den Zusammenhang zwischen parasitischen und saprophytischen Formen vielfach klarlegen kann, obschon bei dem thierischen Parasitismus die Organisationsänderung parasitierender Arten recht mannigfaltige Gestalt annimmt, so kann man auch bei den Spaltpilzen den facultativen Parasitismus und die Entwickelung des obligaten Parasitismus darthun, nur ungleich leichter. Der Parasitismus der Spaltpilze ändert an der Wuchsform meist nicht das Geringste, sondern beschränkt sich fast durchwegs auf eine gewisse Modification der physiologischen Eigenschaften; mitunter bildet der Parasitismus sogar keine weitere Eigenthümlichkeit, als dass er eben ein Wachsthum auf einem specifisch gearteten „Nährboden“, den des Wirtes, darstellt. Der Parasitismus ist also in vielen Fällen ein latenter, nur weil es an einem geeigneten Wirte fehlt; die Entstehung „pathogener Arten“ reduciert sich dann nur auf den Act der Übertragung saprophytisch wuchernder Spaltpilze auf Mensch oder Thier.

Neben diesem einfachen Vorgang der Entstehung pathogener Keime gibt es aber offenbar noch Einflüsse, welche, in langen Zeiträumen wirkend, eine tiefgreifende Umwandlung physiologischer Eigenschaften bei Spaltpilzen erzeugen: denn neben facultativem Parasitismus trifft man bei den pathogenen Keimen auch streng obligate.

Im facultativen Parasitismus sind von menschlichen Krankheitserregern jene des Milzbrandes, malignen Ödems, Tetanus, der Wundinfectionskrankheiten, vermuthlich auch jene des Typhus und der Cholera zum Theil weit verbreitet, daneben aber widerstehen durch die streng parasitische Umänderung die Tuberkelbacillen, die Gonorrhöekokken, Recurrensspirillen jedweder Culturmethode, welche eine Analogie zu saprophytischem Wachsthum bieten könnte, und sind als obligate Parasiten zu bezeichnen.

Die Spaltpilze zeigen sich mehrfach in kräftigster Abhängigkeit von dem Nährboden; die Kokken der Gonorrhöe kann man nur ganz kurze Zeit auf Blutserum

erhalten, dann verlieren sie ihr Vermögen, sich weiter zu entwickeln In anderen Fällen, z. B bei dem Löffler'schen Diphtheriebacillus, folgt auf ein anfängliches Unvermögen des Wachsthums auf künstlichem Nährboden eine rasche Accomodation an diesen. Die Mehrzahl der bis jetzt näher verfolgten Keime halten aber dem saprophytischen Wachsthum durch unzählige Generationen Stand. Dieses stufenweise, bei einzelnen Species verfolgbare Angepasstsein an echten Parasitismus gibt uns genügende Erklärung für die Entstehung des letzteren durch Gewöhnung früher saprophytischer Keime an die Bedingungen der thierischen Organisation.

Der Parasitismus pflegt nach Gattung und Race verschieden sich zu gestalten, ein Umstand, der theils auf die Verschiedenheit des „Nährbodens", den das Thier darstellt, zurückgeführt werden muss, theils auf die Verschiedenheit der Infectionsmöglichkeiten, oder endlich auf specifische Unempfänglichkeit der Zelle gegenüber den giftigen Stoffwechselproducten der Spaltpilze. Der Rauschbrand tödtet Meerschweinchen, Kaninchen aber nicht; der Bacillus septicämiae hämorrhagicae Hausmäuse, aber nicht Feldmäuse; Hühner sind „immun" gegen den Rothlauf der Schweine u. s. w. Beispiele einer Raceimmunität ist die relative Unempfänglichkeit der Indier für Fieber und Cholera im Vergleich zu Europäer, die nach Indien eingewandert sind. Die verschiedene Empfänglichkeit verschiedener Thiere und des Menschen gegen einzelne Spaltpilze erinnert an das Verhalten der Thiere gegen Gifte überhaupt. Atropin und Belladonna wirken nicht auf den Pflanzenfresser, aber kräftig auf den Fleischfresser; Coffeïn erzeugt bei Rana temporaria Todtenstarre, bei esculenta aber Reflextetanus. Gegen Opiumdosen, welche die Menschen tödten, sind Tauben, Hühner, Enten immun.

Labilität der Virulenz.

Die Möglichkeit pathogener Wirkungen der Spaltpilze und der Übergang von harmlosen saprophytischen in parasitische Arten wird noch durch eine besondere Eigenthümlichkeit der Spaltpilze, die sie von allen höheren Pflanzen unterscheidet, verständlich.

Die Spaltpilze ergeben als Ausfluss ihrer Lebensvorgänge eine Reihe physiologischer Functionen, Fermentwirkungen, Farbstoffbildungen, specifische Gährwirkungen und als wichtigste Eigenschaft — die Virulenz, d. h. die Gefährdung der Gesundheit ihres Wirtes, in dem sie wohnen. Es erweckt in hohem Grade das Interesse, dass alle diese einzelnen Eigenschaften labil sind und durch gewisse Einflüsse gesteigert oder verringert werden können.

Fitz hat durch Erwärmen dem Bacillus butyricus die Fähigkeit genommen, Buttersäure zu bilden, dagegen behielt er alle übrigen Eigenschaften bei Nach Hüppe lässt sich dem Bacillus coli communis seine Eigenschaft nehmen, Zucker zu vergähren, den Rauschbrandbacterien welche auch Buttersäure liefern, kann man diese Function nehmen. Desgleichen kann man die Wirkung der Verflüssigung der Gelatine bei manchen Keimen mindern und erhöhen.

Eine ähnliche Eigenthümlichkeit der Veränderung der Wirkung kennt man bei dem Trypsin, einem isolierbaren Ferment; es peptonisiert Leim und Fibrin. Durch gewisse Temperaturen verliert es die Fähigkeit, Fibrin zu lösen, behält aber die Leimpeptonisierung bei.

Der Bac. pyocyaneus 5 Min. auf 57° erwärmt, bildet nur mehr fluorescierendes Pigment, auf Bouillon kein blaues Pigment war normal; die pathogene Wirkung behält der Keim aber bei (Gessard).

Eine solche Entziehung gewisser Lebensfunctionen kann aber durch viele Generationen von Spaltpilzen bestehen bleiben, d. h. vererbt werden.

Auch die Virulenz mancher Spaltpilze gehört zu den labilen Eigenschaften. Bei künstlicher Cultur verlieren die Streptokokken des Erysipels bald die Fähigkeit, Erysipel zu erregen, die

Diphtheriebacillen nehmen bei längerer Cultur an Virulenz ab, ebenso die Keime der Hühnercholera.

Sehr häufig schwächt die Virulenz ein Cultivieren bei hoher Temperatur, so z. B. bei dem Milzbrand, wobei die in jedem Abschwächungsstadium sich entwickelnden Sporen den Grad der Abschwächung festhalten. Manchmal wird die Abschwächung durch Zusatz von desinficierenden Stoffen und bisweilen auch durch Verimpfung auf Thiere (bei Schweinerothlauf durch Verimpfung von Kaninchen zu Kaninchen) oder durch Einwirkung des Sonnenlichtes (bei Milzbrand), endlich durch langsames Austrocknen (bei Hundswuth) erreicht.

Weniger eingehend erweisen sich unsere Kenntnisse über die Zunahme der Virulenz; doch nimmt dieselbe bei manchen Krankheitskeimen zu, wenn dieselben bei gewissen Thierarten von Thier zu Thier verimpft werden. Die Milzbrandkeime sollen ihre künstlich abgeschwächte Virulenz erhöhen, wenn man sie successive von jüngeren auf ältere Meerschweinchen verimpft, der Schweinerothlauf wird virulenter bei Verimpfung von Taube zu Taube, das Hundswuthgift nimmt zu bei Impfung von Kaninchen zu Kaninchen, die Keime der Schweinepest durch Verimpfung von Kaninchen zu Kaninchen. Der Kommabacillus wird virulenter in anaërober Cultur als bei aëroben Wachsthum.

Wie eine solche Abschwächung und Erhöhung der Virulenz zu Stande kommt, kann noch nicht erklärt werden. Man hat zwar gemeint, in jeder natürlich vorkommenden Spaltpilzcultur fänden sich neben virulenten auch weniger virulente Organismen und durch gewisse Eingriffe würden die virulenten getödtet, die weniger virulenten blieben unversehrt, oder umgekehrt. Nach dieser Hypothese lässt sich aber nicht verstehen, wie aus einmal „abgeschwächten“ Culturen wieder virulente werden sollten, denn abgeschwächte Culturen wären ja solche, bei denen die virulenten Keime alle vernichtet sind; außerdem steht die Hypothese mit anderweitigen botanischen Erfahrungen nicht im Einklang.

Bei der Abschwächung wie Erhöhung der Virulenz handelt es sich um gewisse Änderungen der Protoplasmaeigenschaften; es lassen sich sogar successive den Spaltpilzen Gährwirkung, dann Infectiosität entziehen und trotzdem erhalten sie sich am Leben.

Die Rauschbrandbacterien verlieren am leichtesten das Vermögen, Zucker in Buttersäure umzuwandeln, dann erst ihre Virulenz. Die Fähigkeit, zu leben und Eiweiß zu zerlegen, behalten sie aber noch bei, wenn sie ihre Virulenz und Buttersäure Gährungsfähigkeit verloren haben (Arloing).

Die Labilität der Virulenz macht den Wechsel von parasitären Krankheiten in historischer Zeit erklärlich. Wenn schon im Einzelnen, vielleicht wegen der Unsicherheit der ärztlichen Beobachtungen früherer Zeit, die Angaben über herrschende Epidemien nicht immer die genauesten sein mögen, so steht doch so viel fest, dass es einen gewissen Wechsel solcher Krankheiten gibt.

Auch die verschiedene Bösartigkeit oder Milde mancher Epidemien könnte allenfalls in schwankender Virulenz des Krankheitserregers ihre Erklärung finden. Die Kenntnisse über den Wechsel der Virulenz der Spaltpilze sind leider noch immer sehr dürftige und erst nach ihrer besseren Begründung wird ein klareres Verständnis der Verbreitungsweise wie des Entstehens von Epidemien eintreten können.

Pathogene Wirkung.

Die sanitär bedeutungsvollste Eigenschaft der Spaltpilze ist ohne Zweifel ihre pathogene Wirkung. Es ist von großer Wichtigkeit, zu erfahren, ob die Art dieser Wirkung bei allen Spaltpilzen dieselbe ist; die nähere Analyse der einzelnen Krankheitserscheinungen und ihre Beziehung zu den Spaltpilzen gehört der Pathologie zu.

Die Ubiquität der Spaltpilze bringt es mit sich, dass unsere Körperoberfläche und der Darmcanal durchwegs mit diesen Keimen auch im gesunden Zustande überdeckt sind. Man hat deshalb auch die Frage aufgeworfen, ob nicht etwa schon im normalen Zustande in den Säften und Geweben Spaltpilze sich befänden. Alle darauf gerichteten, unter den genügenden Cautelen angestellten Versuche haben einen völligen Mangel der Keime im Blut und in den Organen dargethan.

Ein solcher Mangel konnte in erster Linie bedingt sein durch eine Undurchdringlichkeit der gesunden und unverletzten Epidermis und des Epithels der Schleimhäute. In der That sprechen ja vielerlei Beobachtungen zu Gunsten dieser Anschauung. Aber offenbar behütet vielfach noch eine zweite Schutzeinrichtung uns vor dem Einnisten der Spaltpilze in den Geweben. Schon vor vielen Jahren hatte man dargethan, dass selbst nach Einspritzungen gewaltiger Mengen fauligen Materials die Keime außerordentlich rasch aus dem Blut verschwinden; die Versuche sind in den letzten Jahren mit Reinculturen wiederholt worden, ohne ein anderes Ergebnis zu zeigen.

Die Bacterien werden dabei in der Regel nicht etwa durch den Darm oder die Nieren glattweg nach außen befördert, sondern erst in Milz, Leber, Niere, Knochenmark festgehalten, oft sehr lange, bis zu 78 Tagen, schließlich aber gehen sie alle zugrunde (Wyssokowitsch).

An der Tödtung der Bacterien betheiligen sich jedenfalls nur zum allergeringsten Theile die weißen Blutkörperchen, indem sie die Keime aufnehmen und zerstören; die wichtigste Wirkung entfalten das Blut und andere Gewebsflüssigkeiten (Nutall, Buchner). Selbst das blutkörperchenfreie Serum wirkt in gleicher Weise hemmend und vernichtend sogar auf pathogene Keime, Milzbrand, Schweinerothlauf, Typhusbacillen und Kommabacillen ein. Verdünntes Serum wirkt gleichfalls. Dagegen verliert Serum durch Erhitzen auf 55° C. diese bacterientödtende Eigenschaft. Ursache derselben scheint ein Eiweißstoff zu sein (Buchner).

Während durch die Schleimhäute und Außenbedeckung die Spaltpilze für gewöhnlich und beim Gesunden von dem Blut und den Geweben ferngehalten werden, oder selbst, wenn Keime eindringen, diese durch die Säfte vernichtet werden, schicken namentlich die im Verdauungstractus befindlichen Keime sicherlich größtentheils ihre Stoffwechselproducte durch die Darmwandung hindurch und werden dieselben mit dem Harn ausgeschieden. Im Darmcanal befinden sich, so lange namentlich eiweißreiche Nahrung aufgenommen wird, Fäulniskeime aller Art, welche sich an der Spaltung der Nahrungsbestandtheile wahrscheinlich, wie gleich angefügt sein mag, in wenig für das Thier nutzbringender Weise betheiligen. So entstehen eine Reihe aromatischer Producte, wie Indol, Skatol, Kresol u. s. w., die alsdann, mit Schwefelsäure gepaart, mit den anderen Harnbestand-

theilen ausgeschieden werden. In anderen Fällen, bei Brotnahrung, trifft man vorwiegend die Keime der Buttersäuregährung, welche die Essigsäure oder Buttersäure durch die Darmwandung hindurchsenden.

Die Krankheitserscheinungen, welche durch einen Infectionserreger hervorgerufen werden, sind bei verschiedenen Thieren oft ganz verschiedene.

Der bac. sept. hämorrhag. erzeugt die Septichemie der Kaninchen, bei dem Rind und Wild die milzbrandartige Rinder- bzw. Wildseuche, bei den Kälbern eine septische Pleuropneumonie, die Schweineseuche mit entzündlichen Hautaffectionen ähnlich dem Rothlauf, die Hühnercholera, bei der sich der Process auf den Darm concentriert.

Die Art des Eindringens ist oft bestimmend für die Schwere der Infection. Rauschbrand ins Blut gespritzt wirkt rasch verderblich, bei Rindern in die Schweifspize verimpft, erzeugt er eine unbedenkliche leichte Erkrankung. Der Fränkel-Weichselbaum'sche Pneumoniecoccus erzeugt subcutan injiciert keine Reaction an der Einstichstelle, nachfolgend Septichämie; in die Trachea gespritzt Pneumonie und Pleuritis.

Die pathogene Wirkung zeigt sich nicht immer an der Eingangspforte des Pilzes; die Impfstelle des Tetanus zeigt bisweilen nicht die geringsten Veränderungen. Der Biss eines Hundes kann längst vernarbt sein, wenn das Centralnervensystem von dem Infectionserreger befallen ist.

In den Fällen der Erkrankung muss man zweierlei streng auseinanderhalten:

1. ob der Infectionserreger im Körper sich verbreitet und in den Säften zum Wachsthum gelangt oder

2. ob er nur an einer Stelle localisiert seine Giftstoffe in das Innere schickt.

Bei mancherlei Krankheiten finden sich Spaltpilze im Blut oder in den Säften oder in den Organen abgelagert. So können die Keime z. B. sich in wichtigen Organen niederlassen und diese allmählich zerstören; die Tuberkelbacillen wandern oft von Organ zu Organ, jene der Syphilis desgleichen. Indem Gefäße ergriffen werden, kommt es zu Blutungen, durch Wucherungen in den Gefäßen, z. B. bei endokarditischen Processen, zur Ablösung von Theilchen, Fortführung derselben durch den Blutstrom und zu Thrombosen. Auftretende Geschwüre bei Rotz führen zu allmählicher Consumtion durch Säfteverlust. Druck auf die Gefäße erzeugt Störungen der Circulation u. s. w.

Zu diesen mechanisch gut verständlichen Wirkungen treten mitunter noch specifische Giftwirkungen hinzu. Man beobachtet oft nur eine geringfügige Wucherung der Keime, wie beim Tetanus, bei der Diphtherie, aber so gewaltige Wirkungen auf den Organismus, welche auf der Einverleibung von Giftstoffen beruht. Solche Gifte sind als Stoffwechselproducte bei den Spaltpilzen gefunden worden. Diese Giftwirkung combiniert sich auch bei den übrigen pathogenen Spaltpilzen mit den Krankheitserscheinungen, die durch die Wucherung der Pilze an sich erregt werden.

Das Eindringen pathogener Keime in das Blut und die Organe ist also zum Zustandekommen der Krankheit gar nicht einmal nothwendig. Die Cholerabacillen sind niemals als regelmäßiger Befund in den Organen gesehen worden, sondern ihre Brutstätte bleibt im ganzen Verlauf der Krankheit der Darm. Ähnlich verhält es sich mit den Diphtheriebacillen, die trotz localer Auflagerung

auf der Schleimhaut eine tödtliche Krankheit erzeugen. Unter diesen Verhältnissen schickt also der pathogene Spaltpilz nur seine giftigen Stoffwechselproducte durch den Körper hindurch.

Ihrer chemischen Natur nach sind diese Giftstoffe sehr wechselnd. Es kommen vor z. B. giftige Eiweißstoffe, Toxalbumine, die schon längere Zeit bekannt sind (Mosso, Kobert), dann Toxine oder Ptomaïne, Körper, die den Alkaloiden ähnlich sich verhalten. Die durch die Toxalbumine bei Diphtherie hervorgerufenen Lähmungen sind insoferne besonders interessant, als sie erst wochenlang nach der Injection dieses Stoffes sich ausbilden können (Roux, Brieger, Fränkel).

Die Krankheiten letztgenannter Art werden also nur durch Gifte erzeugt, und sind streng genommen Intoxicationen.

Man glaubt darthun zu können, dass in manchen Fällen Stoffwechselproducte von Bacterien eine Neuinfection begünstigen.

Vielleicht wird eine Infection bisweilen durch die Einwanderung zweier Organismen hervorgerufen.

Der bac. des malignen Ödems und der bac. prodigiosus wirken jeder für sich injiciert, wenig auf das Befinden des Meerschweinchens ein; beide zusammen injiciert führen rasch den Tod herbei. (Roger.)

Ähnliches wird für bac. prodigiosus und Microc. violaceus angegeben (Massa).

In Tumoren bei Rauschbrand findet man neben dem Rauschbrandbacillus einen Mikrococcus, ersterer bildet aus Zucker, CO_2, H_2 normale Buttersäure, Essigsäure und Milchsäure, der Mikrococcus Paramilchsäure. Die Mischungen beider Keime wirken weit kräftiger als die getrennten Organismen und es entsteht ein neues Product — Butylalkohol (Nencki).

Untersuchungsmethoden.

a) Mikroskopische Beobachtung.

Zur Beobachtung der pflanzlichen wie thierischen Mikroorganismen muss das Mikroskop verwendet werden. Die in der Neuzeit errungenen Verbesserungen dieses Instrumentes haben auch wieder zu weiterer Ausdehnung des Wissensgebietes geführt. Es ist hier nicht die Aufgabe, eine Beschreibung aller einschlägigen Thatsachen der Mikroskopie zu geben, vielmehr sollen nur die wesentlichsten Punkte, insoweit dieselben speciell für die Mikroorganismen Bedeutung haben, hervorgehoben werden.

Ein geeignetes Mikroskop muss eine bedeutende Vergrößerung und scharfe Bilder liefern; so muss in erster Linie frei sein von chromatischer und sphärischer Aberration, d. h. eine große definierende Kraft besitzen. Man versteht unter letzterer das Vermögen eines Mikroskopes, Formen und Umrisse eines Körpers scharf wieder zu geben.

Ein Mikroskop soll weiters ein hohes Penetrationsvermögen aufweisen, d. h. die Fähigkeit besitzen, feine Schichtungen, Streifungen, Structurverhältnisse wahrnehmen zu lassen. Auf das „Penetrationsvermögen" ist man zuerst durch Herschel bei den Fernröhren aufmerksam geworden. Die penetrierende Kraft ist bei diesen von der Größe der Öffnung abhängig; man stellte sich die Beziehung zwischen Penetrationsvermögen und Öffnungswinkel ähnlich vor, wie die Zunahme und Abnahme der Sehschärfe mit Änderung der Pupillenweite. Thiere mit weiter Pupille vermögen auch bei schwacher Beleuchtung noch Gegenstände wahrzunehmen, ein Instrument mit weiter Öffnung hat ein großes Penetrationsvermögen, es vermag lichtarme Objecte, wie Nebelmassen, kleine Gestirne u. s. w., zur Wahrnehmung zu bringen, weil die Lichtmenge eben mit der Größe des Öffnungswinkels variiert.

Auch bei den Mikroskopen sieht man mit der Zunahme des Öffnungswinkels das Penetrationsvermögen zunehmen; es hängt dies aber von anderen Momenten ab als bei den Fernröhren. In der penetrierenden Kraft des Mikroskops spielt dieser Punkt der Lichtvermehrung, da man ja die Lichtmenge durch den Spiegel u. s. w. nahezu beliebig groß machen kann, keine Rolle. Der Zusammenhang ist folgender: Die feinen Structurformen entstehen im allgemeinen dadurch, dass die Strahlen, welche ein Object durchsetzen, eine verschiedenartige Ablenkung erfahren und zum Theil bereits in der oberen Focalebene des Objectives zur Interferenz kommen. Ist der Öffnungswinkel nun zu klein, um die Interferenzbilder auf die Linse gelangen zu lassen, so verschwindet die deutliche Structur, und das Penetrationsvermögen ist verloren. Es ist begreiflich, dass nur bei guten Linsen das Interferenzbild mit den übrigen Strahlen sich in eine Ebene vereinigt; eine gute definierende Kraft wird auch nach dieser Richtung hin Vortheile bieten.

Die mikroskopische Beobachtung leidet häufig darunter, dass die Lichtstrahlen, aus dem Deckglas austretend, die Luft durchsetzen müssen und dabei eine Brechung und Reflexion an der vorderen Linsenfläche erleiden, wodurch die Bilder sehr lichtarm werden. Je stärker die Linse, desto schiefer der Auffall der Strahlen und desto größer der Verlust. Der Verbesserung des Mikroskops stand hierin ein Hindernis entgegen: dies lässt sich beseitigen, wenn man an Stelle der Luft einen anderen Körper bringt, der im optischen Sinne dem Glase sich nähert, d. h. einen ähnlichen Brechungscoëfficienten besitzt.

Dieser Gedanke wurde zuerst von Amici in dem Wasserimmersionssystem zur Anwendung gebracht und dieses von Stephenson durch Einführung der homogenen Ölimmersion verbessert. Folgendes sind die Brechungsindices einiger Substanzen:

Wasser 1·336, Cedernöl 1·510, Canadabalsam 1·534, Glas 1·500, Crownglas 1·530, Flintglas 1·63 bis 2·03.

Bringt man ein Tröpfchen Cedernöl zwischen Deckglas und Objectiv, so kann man Linsen anwenden, welche einen äußerst geringen Abstand vom Deckglas haben; die Immersion erhöht zu gleicher Zeit das Penetrationsvermögen. Letzteres entspricht dem Producte aus dem Sinus des halben Öffnungswinkels in den Brechungsindex der Immersionssubstanz.

Die Güte eines Bildes ist im Wesentlichen von dem Objectiv abhängig; das Ocular vergrößert allerdings das Bild des Objectivs, aber auch dessen Fehler.

Zur Beobachtung der feinsten Structurverhältnisse hat im allgemeinen also eine homogene Immersion Anwendung zu finden; die Lichtmenge wird durch eine Blende reguliert.

In sehr vielen Fällen, namentlich bei Untersuchung der Spaltpilze, verzichtet man darauf, die feinsten Details derselben zu erkennen; man färbt die Pilze möglichst stark und sucht sie dadurch recht kenntlich zu machen. Häufig stört bei Beobachtung der Organe u. s. w. deren Structur, welche die Bacterien zu verdecken im Stande ist. Man kann aber unschwer das Structurbild, so weit es also nur von ungefärbten Theilen verschiedener Brechbarkeit herrührt, vernichten, wenn man auf das Object Strahlen fallen lässt, welche möglichst senkrecht auf die lothrechte Achse des Instrumentes geneigt sind. Es ist nach dem, was wir oben über das Penetrationsvermögen sagten, klar, dass unter solchen Bedingungen ein Bild der feinen Details nicht entstehen kann, und nur die gefärbten Objecte sind in aller Schärfe sichtbar.

Hierzu dient ein über dem Spiegel befindliches Linsensystem, der Abbé'sche Condensor; der letztere findet selbstverständlich ohne Blende Anwendung, er sendet möglichst convergente Strahlen in das zu beobachtende Object.

Die Beobachtung des Structurbildes und des Farbenbildes sind also wesentlich verschiedene Aufgaben; jede dieser Methoden findet zu geeigneten Zwecken ihre Anwendung.

Das Structurbild wird beobachtet bei ungefärbten Präparaten, behufs Studiums der Beweglichkeit der Bacterien und ihrer Wachsthumseigenthümlichkeiten. Die Bewegungen sind von der Temperatur abhängig, weshalb häufig die Anwendung eines Wärmetisches nothwendig wird. Meist bringt man zur Beobachtung eine kleine Spur Flüssigkeit auf ein Deckglas und dasselbe auf die Höhlung eines ausgeschliffenen Objectträgers. Das Deckglas wird dann gegen Verdunstung durch Ankleben mit Wachs u. dgl. geschützt (Beobachtungen im hängenden Tropfen).

Am häufigsten aber werden Spaltpilze gefärbt zur Anschauung gebracht. Man verwendet die basischen Anilinfarben: Gentianaviolett, Methylviolett Fuchsin, Methylenblau, Bismarckbraun; es färben sich Bacterien und Zellkerne, nicht die Gewebe.

Die sauren Anilinfarben Eosin, Säurefuchsin, Safranin, ferner die Pflanzenfarbstoffe: Hämatoxylin, Karmin färben nur Kerne.

Die Anilinfarbstoffe werden in gesättigt alkoholischer Lösung aufbewahrt; daraus bereitet man sich dann die anderen anzuwendenden Concentrationen, z. B. die verdünnte alkoholische Lösung durch Einträufeln der alkoholischen Lösung in Wasser, bis dieses in etwa 1 *cm* dicker Schichte undurchsichtig zu werden beginnt, oder man wendet sie in Anilinwasser gelöst an. Anilinöl wird mit Wasser ordentlich geschüttelt, absitzen gelassen und durch ein befeuchtetes Filter klar filtriert. Man träufelt den alkoholischen Farbstoff ein, bis ein irisierendes Häutchen sich bildet.

Gut verwendbar ist häufig die starke alkalische Methylenblaulösung (Löffler), welche aus 30 *cm*³ alkoholischer Lösung von Methylenblau, und 100 *cm*³ Kalilauge (0·01 Procent) besteht. Im allgemeinen ist es besser, in dünnen Farbstofflösungen längere Zeit als in concentrierten etwa nur kurz zu färben.

Die Anilinfarbstofffärbungen sind so intensiv, dass sie geradezu alles Detail der Spaltpilze — von den Sporen abgesehen — gleichmäßig verdecken; zum Studium der Structur eignen sie sich nicht.

Die Färbung trifft übrigens häufig nicht allein die Bacterien und Zellkerne, sondern auch noch andere anwesende Partikelchen; dadurch werden die Bacterien verdeckt, daher muss man Mittel anwenden, um aus Theilen, welche man ungefärbt haben will, den Farbstoff wieder auszuscheiden. Hierzu dienen Säuren.

Essigsäure (20 *cm*³ Wasser, 3 Tropfen Essigsäure), zieht den Farbstoff aus dem Plasma der Zellen, Bacterien und Keime bleiben gefärbt; auch saurer Alkohol (100 *cm*³, 90procentiger Alkohol, mit 200 *cm*³ Wasser und 20 Tropfen concentrierte Salzsäure) wirkt ebenso.

Wichtig ist die Gram'sche Methode der Entfärbung: die Präparate werden in Anilinwasser-Gentianaviolett stark gefärbt, dann in Jodjodkalium gelegt (1 Jod : 2 Jodkalium : 300 Wasser). Wird nun mit Alkohol ausgewaschen, so hinterbleiben nur die Bacterien blaugefärbt. Leider ist die Methode nicht auf alle Spaltpilze anwendbar. Nicht anwendbar ist sie für Typhusbacillen, Kommabacillen, maligenes Ödem, Hühnercholera, Rotzbacillen. Wenn man nach Gram gefärbt hat, kann man nochmals eine Kernfarbe anwenden und neben den Bacterien auch die Kerne scharf sichtbar machen.

Die endogenen Sporen der Spaltpilze färben sich nicht, wenn ein Präparat nur in üblicher Weise mit Anilinfarbstoff versehen wird; eine Sporenfärbung zu erhalten, färbt man das Präparat eine Stunde in der Wärme mit Anilinwasserfuchsin, wäscht es mit saurem Alkohol aus und färbt mit verdünnter alkoholischer Methylenblaulösung nach. Der Bacillenleib ist dann blau, die Sporen roth.

Am einfachsten ist die Spaltpilzbeobachtung, wenn man sie in Deckglaspräparaten vornehmen kann. Die zu untersuchende Flüssigkeit vertheilt man auf absolut reinem Deckglas in dünner Schicht und lässt sie lufttrocken werden. Dann erhitzt man die lufttrockene Masse durch mehrmaliges Durchziehen durch die Flamme; dabei verkleben die Objecte fest mit dem Deckglase. Dann bringt man einen Tropfen Farbstoff auf das Deckglas und wartet nun einige Zeit zu. Endlich wird mit bacterienfreiem Wasser der überschüssige Farbstoff abgewaschen, indem man den Strahl der Spritzflasche auf das Deckglas, aber nicht direct auf die farbstoffhaltige Stelle richtet, sodann das Präparat auf der Rückseite getrocknet, auf den reinen Objectträger gebracht und mikroskopisch untersucht.

Schnitte färbt man fünf Minuten in alkoholischer Farbstofflösung, dann wäscht man in essigsaurem Wasser (s. o.), entwässert in Alkohol, hellt in Cedernöl auf. Ein anderes Verfahren besteht darin, die Schnitte eine halbe Stunde in verdünntes Gentianaviolett zu legen, dann zwei bis drei Minuten in Gram'sche Lösung. Nach dem Auswaschen mit Alkohol wird mit Pikrokarmin nachgefärbt.

Geißeln lassen sich nach einem von Löffler angegebenen Verfahren vorzüglich zur Anschauung bringen.

Auf reinen Deckgläsern wird die Bacterienmasse sorgfältig getrocknet und fixiert. Sodann wird die Beize und der Farbstoff aufgegeben. Zu 10 *cm*³ einer 20% Tanninlösung werden 5 *cm*³ kalt gesättigtes Ferrosulfat und 1 *cm*³ wässriger oder alkohol. Fuchsin, Methylviolett oder Wollschwarz gegeben. Sodann wird erwärmt, mit Wasser abgespült, lufttrocken gemacht und mit warmem Anilinwasser-Fuchsin gefärbt.

b) Culturmethoden.

Mittelst der mikroskopischen Beobachtung allein ist es meist nicht möglich, ins Klare zu kommen, welche Species von Organismen man vor sich hat; ja, die mikroskopische Untersuchung genügt durchaus nicht überall, die Organismen wirklich aufzufinden, weil sie ab und zu durch Gewebe verdeckt sind.

Die einzige Sicherheit der Differenzierung der Keime bieten die Culturmethoden, welche gewissermaßen die Analyse in der Chemie vertreten. Auch bei letzterer ist es durchaus nicht immer möglich, in einem Gemenge verschiedener Stoffe die jedem einzelnen zukommenden Reactionen anzustellen, sondern man ist genöthigt, erst gewisse Trennungen und Scheidungen vorzunehmen, um an dem analytisch erworbenen Material die Entscheidung zu treffen, so auch hier bei den Mikroorganismen.

Es gibt zwei Wege, durch welche eine Trennung der Spaltpilze ermöglicht wird:

1. Man verdünnt das zu untersuchende Material so weit, dass in 1 cm^3 oder 0·1 cm^3 vermuthlich nur ein Keim vorhanden sein wird und vertheilt von der verdünnten Flüssigkeit gemessene Quantitäten auf Gläschen, die mit einer für die Entwickelung der Spaltpilze günstigen Nährlösung gefüllt werden. Wenn die Verdünnung richtig war, so erhält man eine Trennung der Keime; ja auch die Zählung oder quantitative Bestimmung kann mittelst dieser Methode vorgenommen werden. Man nimmt zu diesem Zwecke 40 bis 50 mit Nährlösung beschickte Gläser und bringt in jedes derselben soviel von der zu untersuchenden Flüssigkeit, dass nicht jeder eingebrachte Cubikcentimeter oder dergleichen einen Keim enthält, sondern dass vielleicht auf erst zwei inficierte Gläser ein Keim trifft.

Nach tagelangem Stehen entwickeln sich dann in den Gläsern zum Theil Keime, zum Theil nicht: hat man 50 cm^3 auf 50 Gläser vertheilt und findet man 30 Gläser späterhin mit wachsenden Keimen durchsetzt, so haben 50 cm^3 30 Spaltpilze enthalten, d. h. 100 cm^3 der verdünnten Flüssigkeit 60.

Die Methode ist von Brefeld, Pasteur, Lister, Fitz u. s. w. durchgebildet worden und hat sich namentlich in den französischen Laboratorien eingebürgert.

Das Schwergewicht liegt zum Theil in der genügenden Verdünnung; dieselbe wird durch Zählung in einem geeigneten Zählapparat controliert.

2. Die Cultur auf durchsichtigem, festem Nährboden. Zwar hat man feste Nährböden, durchsichtige Medien, die Anwendung der Gelatine, die Differenzierung von Keimen durch Beobachtung von „Colonien" in den letzten Decennien vielfach beim Studium der Spaltpilze angewendet, doch hat erst Koch die Methodik zu einer handlichen, universell anwendbaren gemacht.

Wenn man ein Gemenge von Bacterien, das man unter dem Mikroskope nicht als solches erkennt, mit Nährgelatine, d. h. einer fünfprocentigen, mit Pepton (Zucker) und den Extractivstoffen des Fleisches gemengten und neutralisierten Gelatine, versetzt und in dünner Schicht ausgießt, so werden beim Erstarren der Gelatine die einzelnen Spaltpilze festgeleimt und finden zugleich in der Nährgelatine alles zum Leben erforderliche Material vor. Sie wachsen also, und wenn man auch einen Kokkus und ein Bacterium nicht sehen kann, so erkennt man den Ort, an welchem ein Spaltpilz ausgesät ist, nach einiger Zeit, wenn er sich um das Vielmillionenfache vermehrt hat, selbst mit bloßem Auge. Man sagt, es habe sich eine Colonie gebildet. An einer solchen Colonie sieht man nun vielerlei Eigenschaften. Betrachtet man sie mit schwacher Vergrößerung, so wird man haarartige Verflechtung oder glaspulverartigen Glanz oder scharfe oder wellige Umgrenzung u. dgl. wahrnehmen; bei weiterer Entwickelung erkennt man makroskopische Unterschiede und Farbenverschiedenheiten, Fermentwirkungen durch Verflüssigen oder Nichtverflüssigen der Gelatine.

Die Platten zu Plattenculturen sollen planparallel sein, sie tragen 1 *cm* vom Rande eine kleine Umwallung von Emailmasse. Man legt sie auf eine horizontale Unterlage, die gereinigt (steril) ist. In einem Gläschen, das mit Wattepropf versehen ist, befindet sich 10 cm^3 Nährgelatine. Diese mengt man, wenn sie bei 30 bis 35° sich verflüssigt hat, mittelst einer Impfnadel das Impfmaterial oder die zu untersuchende Flüssigkeit zu, schließt den Pfropf, mischt gut und schüttet dann die Gelatine auf die Platte aus, die Vertheilung mit dem Platindraht unterstützend. Man lässt die Gelatine unter einer Glasglocke erstarren.

Viele solcher Platten bringt man in die feuchte Kammer, d. h. in eine Glasglocke, in welcher mit Sublimat getränktes Filtrierpapier sich befindet, und stellt die Platten mittelst kleiner, durch Sublimat gereinigter Glasbänkchen übereinander.

Das Erstarren der Gelatine wird sehr erleichtert, wenn man das Ausgießen auf einer durch Ätherspray gekühlten Unterlage vornimmt, eine Einrichtung, welche Verfasser seit Jahren erprobt hat.

Nach einiger Zeit, wenn die „Colonien" auswachsen, betrachtet man sie unter dem Mikroskop oder zählt sie bei quantitativer Untersuchung aus, indem man über die Platte eine sorgfältig gereinigte, in Quadrate getheilte Zählplatte legt.

Eine Gefahr besteht in dem ungleichen Wachsthum der Keime. Manche verflüssigen die Gelatine so rasch, dass andere Keime gar keine Zeit zur Entwickelung haben.

Solche rasch verflüssigende Keime beseitigt man durch Absaugen mittelst einer Pipette und Desinfection dieser Stelle durch concentrierte Sublimatlösung.

Man lernt bei dem Culturverfahren also mit einemmale eine große Anzahl von Eigenschaften der Pilze kennen und vermag sie zu trennen.

An Stelle der Platten verwendet man neuerer Zeit kleine Glasdosen, weil ihre Anwendung weit bequemer ist, als jene der Platten.

Die einzelnen sich entwickelnden Colonien kann man nun auf die vorkommenden Keime mikroskopisch untersuchen; sie sind in der Regel Reinculturen eines Keimes, aber doch nicht immer. Es ist ja selbstverständlich, dass beim Schütteln vom Wasser u. dgl. mit Nährgelatine es unmöglich sein wird, alle Keime voneinander loszulösen. Ganz abgesehen davon, dass noch Niemand einen Faden eines Heubacillus oder Milzbrandbacillus durch Schütteln in die einzelnen Glieder zerlegt hat, kann ja eine zufällige Aneinanderlagerung zweier Spaltpilze verschiedener Species auch vorkommen.

Man nimmt daher meist von dem als Colonie isolierten Keime eine Probe weg und legt aufs neue Plattenculturen oder Schälchenculturen an, um Sicherheit über die Reinheit zu erhalten.

Der isoliert dargestellte Spaltpilz, „die Reincultur,“ kann dann erst zum näheren Studium der Eigenschaften und zu weiteren Experimenten benützt werden.

Die Verfahren zur Züchtung von Spaltpilzen erfordern, welche sie auch sein mögen, eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln. Alle Gegenstände, Präparate u. s. w., die Luft, die Stube, die Hände sind keimhaltig und die Verunreinigungen mit diesen Keimen muss bei bacteriologischen Arbeiten fern gehalten werden.

Die Apparate und Utensilien müssen keimfrei gemacht, d. h. sterilisiert werden.

Man verwendet als Impfnadeln Glasstäbe mit eingeschmolzenem Platindraht; das Glas kann stark erwärmt, der Draht geglüht werden. Scheren, Messer, Pincette lassen sich hochgradig erhitzen, so dass alle organische Substanz zerstört ist.

Glaskolben, Platten, Schälchen, Reagiergläser werden, die Hohlgefäße mit einem Baumwollpfropf verschlossen, in einem Trockenschrank auf 150 bis 180° zwei Stunden lang erhitzt.

Gegenstände, welche die trockene Hitze nicht ertragen, werden in einen Dampfentwickler gebracht und eine Stunde in strömendem Wasserdampf erhitzt. Kräftiger noch wirkt die Erhitzung im Autoklaven mit gespanntem Dampf.

Leicht coagulable und durch Hitze zerstörbare Substanzen können, wenn sie gute Nährböden für Spaltpilze sind, auch bei niedrigen Temperaturen steril gemacht werden, nach einem von Tyndall zuerst angegebenem Verfahren, der „discontinuierlichen“ Sterilisierung. Es beruht dasselbe auf der verschiedenen Wiederstandsfähigkeit der vegetativen Formen und Sporen. Erstere sterben bei Temperatur von 60°. Man sterilisiert fünf bis sieben Tage je ein bis zwei Stunden bei dieser Temperatur. Es wachsen dann von Tag zu Tag etwa vorhandene Sporen „aus“ und werden nunmehr bei 60° getödtet. Allerdings dürfte für alle Fälle diese Methode nicht zureichen, da es ja einzelne Species gibt, deren vegetative Formen über 60° zu leben vermögen.

Gegenstände, welche nicht durch die Hitze sterilisiert werden brauchen, reinigt man mittelst Abwaschen mit Sublimat 1 : 1000.

Gläschen und Kolben werden mit Watte verschlossen, welche die darauffallenden Keime zurückhält. Bei feuchtem Aufenthalt wachsen aber die Schimmelpilze durch die Watte hindurch; man benützt daher für manche Fälle noch den Verschluss mittelst Gummikappen, den man über den Wattepropfen zieht.

Zur Verdünnungsmethode verwendet man als Nährlösung eine Flüssigkeit, welche 50 *g* Liebig'schen Fleischextract zu 1 *l* gelöst enthält. Es wird heiß mit Natronlauge neutralisiert, gekocht und filtriert, dann auf das Gläschen vertheilt und nun bei 110° im Autoklaven sterilisiert. Manche empfehlen noch Zusatz von Pepton und Kochsalz.

Für die Culturen auf festem durchsichtigen Nährboden nach Koch wird die „Nährgelatine“ benützt, d. h. ein Gemenge von Nährflüssigkeit mit Gelatine. Die letztere dient vorzugsweise als Fixationsmittel, kann aber gleichfalls von den Spaltpilzen als Nährstoff verwendet werden.

Man laugt aus 1 Pfund Fleisch die Extractivstoffe aus und verdünnt auf das Volumen von 1 *l*, dazu setzt man 10 *g* käufliches Pepton und 5 *g* Kochsalz und 100 *g* Gelatine, mischt unter Erwärmen, neutralisiert, beziehungsweise macht mit kohlensaurem Natron leicht alkalisch und kocht, dann wird im Wärmetrichter filtriert, die Gelatine in sterilisierte Reagensröhrchen mittelst einer sterilisierten Burette eingefüllt und dann wird nochmals an drei aufeinander folgenden Tagen je 15 Minuten sterilisiert. Bei zu langem Erhitzen verliert die Gelatine ihre Festigkeit in der Kälte.

Die bis jetzt zur analytischen Behandlung der Spaltpilze verwendeten Verfahren sind aber keine in allen Fällen zum Ziele führenden Methoden. Es wachsen keineswegs alle vorkommenden Keime in Bouillon, ebensowenig auf Nährgelatine.

Dann wachsen die Keime oft nicht unter den angewendeten Bedingungen, z. B. nicht bei dem Temperaturgrad, der vorhanden war; die Bouillonculturen ziehen in dieser Hinsicht weniger enge Grenzen als die Gelatineculturen, welche nicht hohe Temperatur ertragen.

Bei den beschriebenen Verfahren der Verdünnungsmethode und Plattenmethode vermögen anaërobe Arten nicht zu gedeihen.

Die Analyse muss also noch mancherlei andere Hilfsmittel zur Hilfe nehmen, um die Cultur von Keimen zu erreichen; unter anderen Verhältnissen verzichtet man manchmal auf eine trennende Methode und richtet das Hauptaugenmerk auf die Gewinnung einer Impfmasse aus einem krankhaft veränderten Organ oder dergleichen.

Einige Schwierigkeiten des Plattenverfahrens lassen sich aber unschwer beseitigen; so das Hindernis, dass Gelatineculturen hohe Temperaturen nicht ertragen. Zu diesem Behufe setzt man statt Gelatine zu oben genannter Fleischbrühe 10 bis 20 *g* Agar-Agar zu. Man lässt das Gemenge mehrere Stunden im Dampfsterilisator in einem Scheidetrichter, nimmt, wenn sich das Unlösliche abgesenkt hat, heraus und lässt es durch Öffnen des Hahnes ablaufen. Im übrigen wird Agar-Agarlösung wie die Gelatine in Röhrchen abgezogen. Agar-Agar erträgt Temperaturen bis über 40°, ohne zu verflüssigen.

Anaërobe Arten können auf verschiedene Weise cultiviert werden. Man impft verflüssigte Gelatine in einem Reagensröhrchen, schüttelt gut durch, lässt erstarren und schichtet dann in dicker Schicht normale Gelatine darüber (Liborius). Man kann auch noch zur Sicherung Quecksilber aufgießen.

Andere leiten durch die mit dem Impfmaterial beschickten Röhren Wasserstoff und schmelzen sie zu (Liborius) und endlich kann man die Gelatine in Röhren mit ausgezogenem Halse bringen, die Gelatine bei 40° verflüssigt halten und mittelst der Wasserstrahlpumpe evacuieren (Gruber). Dann schmilzt man das Rohr zu und breitet durch Eintauchen in Wasser und Rollen die Gelatine an die Wandung aus, wobei sie gelatiniert.

Für solche Keime, welche bezüglich der Ernährung wählerisch sind, hat man noch verschiedene andere Nährböden angewendet.

Koch hat zuerst die Tuberkelbacillen auf Blutserum cultiviert. Blutserum wird durch discontinuierliche Sterilisierung keimfrei gemacht, dann durch Erhitzen auf 68° zum Erstarren gebracht. Meist lässt man es in schief gelagerten Reagensröhrchen erstarren und impft auf diese Fläche das zu untersuchende Material. An Stelle des Blutserums verwendet man neuerdings Glycerin-Agar-Agar, das ebenso hergestellt wird, wie oben beschrieben, nur hat man dem Gemenge 6 bis 8 Procent Glycerin zuzusetzen (Nocard und Roux). Ein brauchbarer Nährboden ist unter Umständen Milchreis: 100 Theile Reispulver werden mit 158 Theilen Milch und 52 Theilen Bouillon versetzt. Milch und Reis werden schon vor dem Vermengen sterilisiert, dann gemengt, in kleine Dosen vertheilt und nochmals 20 Minuten sterilisiert (Soyka). Rohe und gekochte Eier (Hüppe).

Zwar nicht zur Trennung eines Keimgemenges, aber zum Studium der Eigenschaften einer erlangten Reincultur ist ein sehr wertvoller Nährboden die Kartoffel. Sie wird zu diesem Zwecke mit der Bürste gereinigt, schlechte Stellen ausgeschnitten, eine Stunde in Sublimat gelegt, drei Viertelstunden im Dampfsterilisator sterilisiert, dann nimmt man sie heraus, theilt sie mit heißem Messer und legt die Hälften in die feuchte Kammer, oder man theilt sie in mehrere Scheiben.

Sehr bequem ist es auch, wenn man mit dem Korkbohrer Stücke aus den rohen Kartoffeln aussticht, diese Cylinder durch eine schiefe Ebene theilt und die Hälfte in Reagensröhrchen einschließt und sterilisiert, man hat dann lange Zeit die Kartoffel für beliebige Impfungen vorräthig.

Eine mitunter erwünschte summarische Trennung gewisser Gruppen von Spaltpilzen gibt die Erhitzung zum Kochen; es überleben dann nur die „Sporen." Um pathogene Arten zu finden, kann man unreines Material Thieren injicieren und sehen, ob im Thierkörper die eine oder andere Spaltpilzart zur Entwickelung kommt.

Die Nährböden, die Gelatine ausgenommen, lassen sich auch bei Bruttemperatur halten. Die Bruttemperatur wird hergestellt durch Heizung eines von einem Wassermantel umgebenen Schrankes, der von einem durch einen empfindlichen Thermoregulator regulierten Gasbrenner erwärmt wird. Von den Regulatoren sind für die Dauer die nach Bunsen modificierten die besten; gleichfalls vorzüglich sind jene von Soxhlet. Statt Luftfüllung verwende man Methylalkoholfüllung. Der Druck des Gases soll annähernd re-

guliert sein; diese kann man durch besondere Druckregulatoren erreichen. Ausreichend ist ein Giroud-Regulator.

Der Nachweis der pathogenen Wirkung wird durch Übertragung auf Thiere erbracht.

Siebentes Capitel.

Betrachtung hygienisch wichtiger Spaltpilzarten.

I. Mikrokokken.

Staphylococcus pyogenes aureus ist der beim Menschen häufigste Eiterpilz, erzeugt eiterige Phlegmonen, acute Abscesse, Empyeme, Furunkel, Carbunkel, acute Osteomyelitis, pyämische Metastasen, ulceröse Endokarditis. Den Staph. pyog. aureus hat man im Haushaltungsspülwasser, im Erdboden und Staub aufgefunden (Passet, Lübbert, C. Fränkel). Man hat ihn auch im normalen Mundspeichel, Pharynxschleim, in mit Koth beschmutzten Windeln, auf der menschlichen Haut und unter den Fingernägeln beobachtet (B. Fränkel, Biondi, Escherich u. A.).

Bei Einreiben auf die unverletzte Haut dringen die Kokken durch die Ausführungsgänge der Hautdrüsen ein (Garré).

Auf Gelatineplatten bildet er anfangs hellbräunliche kreisrunde Colonien, die aber erst nach Durchbruch und bei Berührung mit der Luft gelb werden, unter Öl bleiben sie weiß.

In Stichcultur breite Verflüssigung, nach einigen Tagen intensive Gelbfärbung, auf Kartoffeln gelb, später goldgelb. Die Milch gerinnt durch den Staphylococcus unter Milch- und Buttersäurebildung. Dauerformen sind nicht bekannt, aber die Kokken sind trotzdem sehr widerstandsfähig; Eintrocknen schadet nicht, auch Erhitzen auf 90°, durch eine Viertelstunde tödtet nicht alle Keime.

Bei Mäusen, Kaninchen, Meerschweinchen hat Impfung subcutan keinen Erfolg. Größere Mengen erregen Eiterung und durch allgemeine Infection den Tod.

Als Begleiter des Staphylococcus aureus sind zu nennen: Staphylococcus pyogenes albus, citreus (bei 10 Procent der Fälle), tenuis (bei 10 Procent der Fälle).

Streptococcus pyogenes findet sich bei zahlreichen Fällen der Eiterung (50 bis 60 Procent), namentlich bei Eiterungen, welche die Lymphbahnen betreffen und die Tendenz flächenhafter Ausbreitung besitzen; die Gewebszerstörung ist weniger ausgesprochen als dort, wo der Staphylococcus pyogenes aureus überwiegt. In manchen Fällen von Pyämie wurde nur Streptococcus gefunden.

Man war früher der Ansicht, dass eine diesem Streptococcus äußerst nahestehende Species, Streptococcus Erysipelatos (Fehleisen), der Erreger des Rothlaufes sei. Die Fähigkeit, Erysipel zu erregen, wurde durch Impfungen mittelst Reinculturen an dem Menschen über allen Zweifel erhoben. Es hat sich nun mehr und mehr die Thatsache herausgestellt, dass die beiden Species identisch sind und vielleicht nur durch verschiedene Grade der Virulenz die Eitererregung oder die Erzeugung von Erysipel veranlassen. Die Virulenz wird durch künstliche Cultur rasch abgeschwächt.

Streptokokken sind außerhalb des Körpers in faulenden Massen weit verbreitet, so dass man es wahrscheinlich mit facultativen Parasiten zu thun hat. Erysipelkokken hat man in der Luft chirurgischer Krankenzimmer und eines Sectionssaales nachgewiesen.

Der Streptococcus wächst zum Theil auch als Diplococcus; auf Platten bildet er kleine, schwach gelbliche, nicht verflüssigende Colonien. Im Stich zarter Belag, weißliche Colonie. Bei Mäusen und Kaninchen subcutan geringer Erfolg.

Micrococcus Pneumoniae. Man hat bei der Pneumonie mehrfach Organismen gefunden, die man als die Ursache derselben angesehen hat; solche Angaben wurden von Friedländer und Frobenius, von Artigala, Pane, Fränkel und Weichselbaum gemacht. Nach den vorliegenden Beobachtungen kann nur der von A. Fränkel und Weichselbaum näher studierte Coccus ernstlich als specifischer Krankheitserreger in Frage kommen. Diese kapseltragenden Kokken sind meist als Diplokokken, aber auch als Streptokokken

zu 30 Individuen vereinigt, finden sich in der Lunge, im Auswurf nahezu in allen untersuchten Fällen.

Sie werden nach Gram nicht entfärbt Auf Gelatine wachsen sie kaum, da ihr Temperaturoptimum bei 35 bis 37° liegt und das Minimum bei 22 bis 24°. Sie wachsen auf Agar-Agar oder Blutserum, aber immerhin nicht üppig. In Strichculturen haben sie grauweißliche Farbe, gelatinöse Consistenz. Über 39·5° wachsen sie nur mehr in Bouillon, sie sterben bei 42·5° bereits ab. Gegen sauren Nährboden sind sie äußerst empfindlich.

Sie verlieren rasch ihre Virulenz, wenn man sie auf künstliche Nährböden züchtet; nur wenn sie oft von Röhrchen zu Röhrchen überimpft werden, erhalten sie sich virulent.

Subcutan injiciert rufen sie bei Kaninchen, Mäusen, Meerschweinchen Septikämie hervor, ohne Reaction an der Einstichstelle. Pneumonie oder Pleuritis entwickelt sich nach Injection von weniger virulentem Material, oder wenn man virulentes Material in die Lunge spritzt. Haben die Thiere einmal die Krankheit überstanden, so sind sie schutzgeimpft. Der letzte Effect wird auch durch Injection sehr abgeschwächter Culturen erreicht.

Micrococcus Gonorrhoeae. Der Tripperkokkus wurde 1879 zuerst von Neisser aufgefunden, die Kokken haben Bisquit- oder Semmelform. Sie liegen bisweilen bis zu hundert in einer Eiterzelle; aber nie in deren Kernen. Am reichlichsten trifft man die Kokken während des Eiterstadiums.

Die Züchtung ist äußerst schwierig, gelingt aber auf Blutserumgelatine (Leistikow und Löffler) oder auf Blutserum (Krause und Bumm) bei 32°, es entwickelt sich ein graugelber Belag; man muss aber möglichst reinen Eiter verimpfen und in nicht zu kleinen Mengen. Nach einigen Generationen sterben die Keime ab.

Die Tripperkokken sind außerordentlich leicht durch die schwächsten Desinficientien zu tödten (Carbolsäure 0·25 Procent, Sublimat 1 : 10.000).

Man hat Reinculturen mit Erfolg auf die Urethra des Weibes verimpft (Bumm).

Die Gonorrhöekokken werden auch bei Infectionen der Conjunctiva bei Neugebornen gefunden.

Die ägyptischen Augenerkrankungen haben nach Kartulis verschiedene Ursachen: bei den acuten Blenorrhöen ist der Gonorrhöekokkus der Krankheitserreger, bei einer Form der acuten Conjunctivitis, die gutartig verläuft, scheint dagegen ein Bacillus (ähnlich jenem der Mäuseseptikämie) zu vegetieren. Bei der chronischen Bindehautentzündung, die häufig als Folge der vorhergenannten Keime hinterbleibt und das Trachom ausbildet, hat Kartulis im Einklang mit Koch und im Gegensatz zu Sattler und Michel keine Mikroorganismen gefunden.

Micrococcus des zoonotischen Fingererysipeloides. Bei Metzgern, Gerbern, überhaupt bei Leuten, welche viel mit thierischen Theilen zu thun haben, entsteht häufig eine erysipelähnliche Infiltration der Finger und der Hand.

Cordua hat Kokken, die bei 36° auf Agar-Agar als kreideweiße Colonien wachsen, gezüchtet und in Selbstversuchen mit Erfolg verimpft.

Mikrokokken sind noch auf Grund mikroskopischer Befunde als Krankheitsursache angesprochen worden, so z. B. für Variola, Vaccine, Pseudoleukämie, Diphtherie, Keuchhusten, Cerebrospinalmeningitis, Gelbfieber, Scarlatina, Masern, Syphilis.

Bei der großen Verbreitung der Eiterkokken oder parasitierender, nicht pathogener Arten haben diese mikroskopischen Befunde wenig Bedeutung.

Auch bei Thieren hat man eine Reihe pathogener Kokken kennen gelernt. Im menschlichen Sputum findet sich Micrococcus tetragenus, je vier Kokken in einer Schleimhülle vereinigend. Auf Gelatine erzeugt er kreisrunde Colonien, citronengelb mit gezacktem Rand, unter Verflüssigung. Weiße Mäuse sterben leicht nach der Injection, graue Mäuse, Hunde und Kaninchen sind immun.

Streptococcus bombycis ist der Erzeuger der Schlafsucht der Seidenraupe, einer tödtlichen Krankheit.

Aus faulenden Flüssigkeiten hat Koch vier, für Thiere pathogene Arten gezüchtet. Den Micrococcus der Gewebsnekrose, der Abscessbildung, der Pyämie und Septikämie.

Eine große Menge von Kokken leben ausschließlich saprophytisch, von diesen sind zu nennen:

Micrococcus ureae, der Harnstoff in kohlensaures Ammoniak vergährt; auf Gelatine weiße, nicht verflüssigende Colonien bildend und Micrococcus ureae liquefaciens mit gleicher Gährwirkung, aber auf Gelatine gelblichbraun wachsend und diese verflüssigend. Sehr verbreitet, aber noch nicht näher getrennt sind die Kokken bei sehr vielen Fäulnisvorgängen.

Manche Kokken ragen durch Farbstoffbildung hervor, z. B. Micrococcus luteus, chlorinus, cyaneus, violaceus, aurantiacus.

Hier anschließend wäre zu erwähnen:

Sarcina lutea auf Gelatine, Agar-Agar, Kartoffeln als „Sarcine“ wachsend und Sarcina ventriculi, die häufig im Erbrochenen beobachtet wird, gleichfalls gelb, aber auf den genannten Nährböden nur als Micrococcus wachsend, auf Heuinfus mit Zucker jedoch in Sarcineform (Falkenheim).

II. Bacillen.

Bacillus anthracis. Im Jahre 1849 entdeckte Pollender in dem Blute milzbrandkranker Rinder Stäbchen, die er für Pflanzen hielt, 1857 hat Brauell gleichfalls diese Stäbchen im Blute von Schafen, Pferden, Menschen gesehen, die an Anthrax gestorben waren, indes sie im normalen Blute fehlten. Er hielt sie für eine Alge. Davaine erklärte sie 1863 für Bacterien; Pasteur und Joubert haben die Giftwirkung dieser Bacterien, die sie in künstlichen Nährflüssigkeiten züchteten, erwiesen. Die ganze Entwickelungsreihe des Milzbrandbacillus hat dann R. Koch näher dargelegt und einwandfrei zum Abschluss gebracht.

Der Milzbrandbacillus wird gebildet von Stäbchen mit gelenkartigen Enden, ohne Eigenbewegung. Sie wachsen bei 36° zu langen, oft 100gliederigen Fäden.

Sporenbildung findet nur zwischen 18 und 34° statt bei reichlichem Sauerstoffzutritt; im Thierkörper bilden sich keine Sporen.

Die Milzbrandbacillen wachsen auf Platten als runde, dunkle, grünschwarze Colonien, unregelmäßig, mit welligen, haarartigen Ausläufern; späterhin von hellgrauer Farbe, die Gelatine schwach verflüssigend.

Im Stich zeigen sich von dem centralen Stichcanal rechtwinkelig abgehende feine Äste. Denkt man sich das Gläschen umgekehrt, so erinnert das Wachsthum sehr an eine Tanne.

Auf Kartoffeln bilden sich grauweiße Auflagerungen. Der Milzbrandbacillus ist ein wenig anspruchsvoller Saprophyt, wächst auch auf allen möglichen Pflanzentheilen, alkalischem Harn, Heuinfus, Fleischinfus. Es ist ein Aërobe. Vegetative Formen wachsen zwischen 12 und 45°.

Empfänglich für Milzbrand sind Mäuse, Kaninchen, Igel, Schafe, Hammel, Pferde, Sperlinge, der Mensch. Die Erkrankungsform ist örtlich der Carbunkel, weitaus die häufigste Erkrankungsart beim Menschen oder als Allgemeinerkrankung eine rasch verlaufende Septikämie. Die Bacillen findet man in der stark geschwollenen Milz, in den Capillargefäßen von Lunge, Leber, Darm, wenige in den großen Gefäßen.

Immun sind algierische Hammel, weiße Ratten, ausgewachsene Hunde, Raubvögel, Dohlen, Stare, ferner Frösche. Worauf die Immunität beruht, ist unaufgeklärt.

Bacillen des Rauschbrandes. Unter Rauschbrand versteht man eine bei dem Rind weit verbreitete, früher mit dem Milzbrand identificierte, diesem ähnlich verlaufende Seuche. Die Keime sind im Culturverfahren nur in anaërober Cultur zu erhalten (Kitasato). Mikroskopisch zeigen sie sich als kleine, ziemlich lebhaft bewegliche Stäbchen. Sie bilden im Thierkörper Sporen.

Bacillus ödömatis maligni. Die Bacillen des malignen Ödems sind im Erdboden weit verbreitete Saprophyten. Sie sind von Koch entdeckt und näher beschrieben worden. Man trifft die Ödembacillen auch in faulen Flüssigkeiten oder in Leichen von Meerschweinchen, wenn man diese einige Zeit bei hoher Temperatur liegen lässt. In letzterem Falle dürften sie offenbar vom Darmcanal aus einwandern, also zu den regelmäßigen Bewohnern mancher Thiere gehören.

Unter den Thieren hat das Pferd am häufigsten an spontan entstehendem malignen Oedem zu leiden; durch Haderstaub wurde dasselbe auch auf den Menschen übertragen. Beim Menschen wurden die Fälle, welche vor Einführung der Lister'schen Wundbehandlung nicht selten waren, als „progressives gangränöses Emphysem“ bezeichnet.

Trotz mancher Ähnlichkeit mit den Milzbrandkeimen, mit denen sie früher vielfach verwechselt worden sind, zeigen sie diesen gegenüber doch durchgreifende Unterschiede.

Sie wachsen wie Milzbrand zu Fäden aus; die Stäbchen haben aber keine gelenkartigen Enden. Sie leben in großer Menge im Blut und zeigen nicht selten etwas Beweglichkeit.

Im lebenden Körper tritt keine Sporenbildung ein, wohl aber, wenn die Leiche einige Zeit bei Brutwärme (37 bis 38°) gehalten wird. Bei der Sporulation tritt nur in den Stäbchen, nicht in den Fäden, wie bei den Milzbrandbacillen, auf. Die Stäbchen bauchen sich dabei stark aus.

Die Ödembacillen sind Anaëroben, sie wachsen auf Platten gar nicht, nur in Stichculturen, wenn die Nadel mit dem Impfstoff gut eingestochen wird. Charakteristisch die starke SH_2-Entwicklung; während Milzbrand keinen SH_2 bildet (Rubner).

Die Impfung auf Thiere gelingt subcutan, mit nicht zu wenig Material; Infection direct ins Blut verläuft reactionslos.

Bacillus typhi abdominalis. Der Typhusbacillus wurde von Klebs, Eberth und Koch als charakteristische Krankheitsursache erkannt. Man findet ihn besonders ausgedehnt an dem Sitze der Erkrankung im Darmcanal, in den Peyer'schen Plaques, ferner in den Lymphdrüsen, der Leber, der Milz, den Nieren; auch im Rückenmark und den Roseolen trifft man ihn an (Gaffky, Fränkel und Simmonds, Neuhaus, Curschmann).

In den einzelnen Organen hat er sich in der Blutbahn localisiert. Der Typhus abdominalis kann auf Thiere nicht übertragen werden, daher entfällt in dieser Hinsicht das Experiment. Aber auch Mangels einer solchen kann man an der Thatsache, dass der besprochene Bacillus die wahre Krankheitsursache ist, nicht zweifeln.

Mittelst der von Gaffky verbesserten Färbemethoden wird er nahezu in allen Typhusleichen gefunden, immer an den Stellen der Erkrankung und nie bei anderen Krankheiten.

Die Typhusbacillen sind kleine Stäbchen, ein Drittel so lang wie ein rothes Blutkörperchen; zuweilen vereinigen sich mehrere Einzelglieder zu kurzen Fäden. Sie haben Eigenbewegung; in Culturen bei hoher Temperatur bilden sich an den Enden der Stäbchen kleine Polkörperchen, die man früher als Sporen erklärt hat, eine Anschauung, die nun definitiv als irrthümlich zurückgewiesen worden ist. Außerdem findet man kleine Vacuolen.

Die Typhusbacillen färben sich in Geweben vertheilt schlecht und müssen die Schnitte 12 bis 24 Stunden in den wässerigen Anilinfarbstoffen liegen bleiben, wenn genügende Färbung erreicht sein soll

Auf Gelatineplatten bilden die Typhusbacillen kleine runde, an der Oberfläche hautartig sich ausbreitende weißgraue Colonien.

Im Stich zeigt sich demselben entlang eine grauweiße Wucherung und von der Einstichstelle selbst ausgehend ein grauweißes unregelmäßig begrenztes Oberflächenwachsthum. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Auf Agar-Agar wuchert der Bacillus als grauer Belag, ähnlich auf Blutserum.

Höchst charakteristisch und wesentlich zur Differenzierung ist die Kartoffelcultur. Mit bloßem Auge betrachtet, scheinen die Bacillen gar nicht zu wachsen, nur nimmt die Kartoffel einen eigenthümlich fettigen Glanz an; impft man aber von der Kartoffel ab, so sieht man, dass der Bacillus in raschem Flächenwachsthum die ganze Kartoffel überwuchert hat. Kein anderer Keim unter allen untersuchten zeigt dieses Verhalten, doch scheint auf manchen Kartoffelsorten dieses Wachsthum geändert, indem schmierige Überzüge mit scharf hervortretenden Rändern sich ausbilden (Fränkel und Simmonds).

Auch auf pflanzlichen Dekokten und Milch gedeihen die Typhusbacillen; sie gehören zu den facultativen Anaëroben (Liborius) und rufen in zuckerhaltigen Nährsubstraten Gährung hervor (Brieger, Buchner, Seitz); auf Rindfleischbrei gezüchtet, liefern sie ein specifisch wirkendes „Typhotoxin" (Brieger).

Nach Chautemesse und Widal entwickeln sich die Typhusbacillen in 0·25% Carbolgelatine, worauf nur wenig andere Keime wachsen, von anderer Seite nimmt man nur 0·1% Carbolsäure (Holz). An Stelle der Kartoffelcultur hat man Kartoffelgelatine empfohlen, wozu 0·05% Carbolsäure gegeben wird (Holz). Ferner den Zusatz von Citronensäure und Methylviolett zur neutralen Gelatine (Uffelmann).

Parietti cultiviert in Bouillon, welche für 10 cm^3 3—9 Tropfen einer Lösung enthält, die in 100 Theilen 5 cm^3 Carbols. und 4 cm^3 Salzsäure führt. Nur die Typhusbacillen sollen sich dabei am Leben erhalten.

Die Typhusbacillen geben auf Zusatz von Kaliumnitrat und Schwefelsäure keine Indolreaction (Kitasato), sie bilden reichlich Schwefelwasserstoff.

Wenn man Typhusbacillen in Bouillon, die mit 2% Milchzucker und etwas kohlensaurem Kalk beschickt, so bildet sich kein Gas, während der verwandte und schwer vom Typhusbacillus zu unterscheidende bact. col. reichlichst Gas erzeugt (Chantemesse und Widal).

Auf Thiere übertragen tödten die Typhusculturen; dies ist aber eine Intoxicationserscheinung, welche wenig Charakteristisches hat. Die Typhuskeime selbst wachsen in Thieren nicht (Beumer, Peiper, Sirotinin).

In den Ausleerungen des Kranken im Harn wie Koth sind Typhusbacillen enthalten.

Die Typhusbacillen ertragen die Austrocknung bis zu drei Monaten, werden aber schon durch Erhitzen auf 60° getödtet.

Inwieweit die beim menschlichen Typhus abdominalis auftretenden Erscheinungen als directe Bacterienwirkung oder als Wirkung eines ausgeschiedenen Toxins anzusehen ist, lässt sich mit Bestimmtheit nicht entscheiden.

Bacillus tuberculosis. Die Ursache der Tuberculose der Menschen und Perlsucht der Thiere ist der von Koch entdeckte, durch Culturmethoden rein gewonnene Bacillus, dessen pathogene Natur durch Impfversuche jederzeit festgestellt werden kann.

Die Tuberkelbacillen erscheinen als äußerst feine Stäbchen, bewegungslos. Sie enthalten häufig als Sporen angesehene Kügelchen, die über den Rand des Bacillus hervorragen. In der Mitte käsiger Herde trifft man neben Detritus fast nur die Kügelchen. Die Bacillen liegen dort, wo der Process noch im Fortschreiten begriffen ist, reichlich in Riesenzellen eingelagert.

Mit wässerigen Anilinfarbstoffen färben sich die Tuberkelbacillen schlecht oder doch nur nach sehr langer Zeit, man verwendet besser stark alkalische oder Anilinwasserlösungen.

Zur Aufsuchung der Tuberkelbacillen im Sputum werden die Präparate fünf Minuten in heißem Anilinfuchsin gefärbt, dann in einer Mischung von 50 Wasser, 30 Alkohol, 20 Salpetersäure und Methylenblau. Nach kurzer Zeit spült man in Wasser ab.

Die Bacillen gedeihen gut auf Blutserum bei 37°, doch wächst die Cultur immerhin langsam aus (14 Tage), besser wachsen sie auf Glycerinagar und Glycerinbouillon; sie werden aber leicht durch andere Saprophyten überwuchert. Reinculturen lassen sich drei bis vier Jahre ohne Abnahme der Virulenz fortführen.

In feuchtem Zustande und trotz Concurrenz mit anderen Bacterien hält sich sporenhaltiges Material bis sechs Wochen infectionstüchtig, getrocknetes Material bis zu neun Monaten.

Die Tuberkelbacillen sind wohl echte Parasiten, da sie selbst auf den besten künstlichen Nährboden nur kümmerlich wachsen.

Subcutan injiciert sterben Meerschweinchen und Feldmäuse sicher an Tuberculose, weiße Mäuse sind immun; Injectionen in die Bauchhöhle tödten auch die weißen Mäuse, ferner Ratten und Hunde. Veneninjection bringt eine rasche Allgemeininfection zu Stande; auch durch Inhalation ist Infection erreichbar.

Bacillus mallei. Löffler und Schütz haben zuerst die Rotzbacillen in den Knoten, welche an den erkrankten Stellen bei den Pferden sich finden, nachgewiesen, gezüchtet und durch Impfungen den pathogenen Charakter ihrer Culturen klargelegt. Fast gleichzeitig gewannen Bouchard, Capitan und Charrin aus dem Abscess einer Rotzkranken den Keim in Bouilloncultur, mit welcher positive Impfversuche gelangen. Israël, Kitt, Weichselbaum haben die Beobachtungen Löfflers und Schütz bestätigt und erweitert.

Der Rotzbacillus ist ein kleines schlankes Stäbchen, den Tuberkelbacillen ähnlich, bewegungslos, anscheinend quer zum Längsdurchmesser schraffiert. Er scheint ein echter Parasit zu sein, wächst nur zwischen 22 und 43° mit einem Optimum bei 37 bis 38°.

Charakteristisch verhält sich sein Wachsthum bei 35° auf Kartoffeln; es bildet sich zuerst eine honiggelbe Auflagerung, die späterhin bräunlich wird. Nur die Kommabacillen und des Bacillus pyocyaneus können annähernd ähnlich wachsen, der mikroskopische Entscheid lässt sich aber dann leicht erbringen durch die Beobachtung der Form der gewachsenen Stäbchen.

Sporenähnliche Differenzierungen hat man beobachtet; da aber diese „sporenhaltigen" Rotzbacillen wie andere auch schon bei 55° getödtet werden, müssen die für Sporen gehaltenen hellen Stellen wohl eine andere Bedeutung haben. Gute Nährböden sind Pferdeblutserum, Milchagar-Agar, Glycerinagar-Agar.

Feldmäuse, Meerschweinchen, Esel, Pferde, junge Hunde erkranken leicht an Rotz. Auch auf den Menschen wird es nicht selten übertragen (s. später).

Der Rotzbacillus erträgt viele Monate ohne Schaden die Austrocknung.

Bacillus Leprae. Der Lepra gehörte in früheren Jahrhunderten zu den weitverbreitetsten Krankheiten; sie ist jetzt auf wenige Districte eingeengt. Recht häufig trifft man sie in den russischen Ostseeprovinzen. Die Krankheit endet nach langem Siechthum stets mit dem Tode; sie ist localisiert in der Haut, greift aber auf die Schleimhäute der Nase, des Mundes und des Kehlkopfes über. Die Knötchen und Knoten, welche den ganzen Körper bisweilen übersäen, entstellen den Menschen in entsetzlicher Weise, zumal sie sich recht häufig in hässliche, tieffressende Geschwüre umwandeln.

Als Ursache der Krankheit ist ein von Armand, Hansen und Neisser zuerst beobachteter Bacillus anzusehen. Er ist klein, wie jener der Tuberculose und sporenhaltig. Die Leprabacillen lassen sich auf Blutserum und Glycerinagar nur kümmerlich cultivieren; von den Tuberkelbacillen lassen sie sich durch Färbung unterscheiden (Baumgarten), indem man mit verdünnter alkoholischer Fuchsinlösung behandelt (sechs bis sieben Minuten) eine Viertelminute in saurem Alkohol entfärbt und mit Methylenblau nachfärbt.

Die Leprabacillen zeigen sich roth auf blauem Grunde: Tuberkelbacillen entfärben sich dabei.

Bacillus diphtheriae. Die bacilläre Natur der Diphtherie ist bis jetzt schon oft postuliert, aber keineswegs stets mit genügenden Gründen belegt worden. Unter den angeblichen Diphtheriebacillen hat keiner so viel Anrecht, als der wahre specifische Krankheitskeim zu gelten, wie der von Löffler 1884 eingehend durch Culturmethoden charakterisierte, den wohl schon Klebs gleichfalls früher gesehen hatte. Er wird nach bisher umfangreichen, von verschiedenen Beobachtern vorliegenden Untersuchungen fast immer bei Diphtherie gefunden: nur Prudden gibt an, in 22 Fällen gar nie den Löffler'schen Bacillus, sondern Streptokokken gefunden zu haben. Sieht man von diesem auffälligen Resultate zunächst ab und betrachtet alle bis jetzt über den Löffler'schen Bacillus gefundenen Thatsachen, so schwinden die Bedenken gegen die Specifität wohl völlig.

Der Bacillus besteht aus kleinen beweglichen Stäbchen von auffallend wechselnder Form, gerade oder leicht gebogen, öfter zu zweien an einander hängend, häufig mit kolbig verdickten Enden, sich mit Farbstoffen ungleichmäßig färbend. Die Polenden färben sich leichter wie die Mitte und enthalten oft Körner, die die Anilinfarbstoffe äußerst gierig in Beschlag nehmen. Sporen bildet der Bacillus nicht und geht durch Erwärmen auf etwa 60° zugrunde (Löffler, Zarniko).

Ganz ähnlich wie diese Diphtheriebacillen sehen die sogenannten Xerosebacillen und der Trachombacillus von Babes aus, und jedenfalls gibt es noch eine Reihe mit dieser Species verwandter Keime.

Die Bacillen zeigen auch bei der Cultur mannigfache Abweichungen, die man früher nicht gekannt hatte.

Sie wachsen auf Gelatine (Ortmann, Zarniko), ferner auf Agar und Glycerinagar, und zwar scheinen sie sich an diese Nährböden rasch zu acclimatisieren: von Impfung zu Impfung nimmt das Wachsthum zu (Brieger und Fränkel), endlich auf Blutserum und in Bouillon. Auf den festen Nährböden gedeihen sie als grauweiße schleimige Rasen, in Bouillon als Trübungen oder Niederschläge.

Meerschweinchen, subcutan einverleibt, tödten sie, ohne in deren Organismus zu wuchern: zieht sich die Erkrankung des Thieres längere Zeit hin, dann treten auch die für Diphtherie charakteristischen Lähmungen auf. Auf der Conjunctiva erzeugen sie dicke Pseudomenbranen, im Pharynx der Tauben croupähnliche Belage. Auf die Trachea von Kaninchen und Meerschweinchen verimpft, entwickelt sich ein der menschlichen Diphtherie analoger Process mit nachfolgenden Extremitätenlähmungen, die allerdings oft erst sehr spät sich ausbilden.

Die Diphtheriebacillen sind in ihrem Impferfolg außerordentlich verschieden durch die spontan eintretende Änderung der Virulenz. Die von verschiedenen „Fällen“ gewonnenen Culturen haben eine verschiedene Giftigkeit. Diese Virulenz ändert sich aber noch weiters bei der Cultur auf künstlichen Nährböden, und zwar nimmt sie ab.

Die Diphtheriebacillen erzeugen einen Giftstoff, der sich von den Bacterien trennen lässt, wie Roux und Yersin, Kolisko und Paltauf, Löffler, Fränkel und Brieger gezeigt haben. Er lässt sich durch Alkoholfällung oder durch Filtration durch Thonzellen trennen. Roux und Yersin, halten den Giftstoff für ein Enzym, er wird in Lösungen zerlegt gegen 60°, in trockenem Zustande verträgt er bis 70°, 20 Minuten langes Erhitzen auf 100° macht ihn unwirksam. Brieger und Fränkel, die dieses Gift in reinem Zustande erhalten haben, nennen es einen Eiweißkörper, ein Toxalbumin.

Das Gift erzeugt an der Einstichstelle bei subcutaner Application Nekrose und Geschwürsbildung. Große Giftmengen tödten die Thiere ohne charakteristische Symptome: kleine Mengen tödten erst nach langer Zeit unter Lähmungen, die Giftwirkungen und der Tod treten unter Umständen erst nach Wochen und Monaten auf, eine sichergestellte, zur Zeit unerklärbare Thatsache.

Bacillus tetani. Der Trismus und Tetanus, der Wundstarrkrampf, pflegt, wie man weiß, von geringfügigen Verletzungen auszugehen, so dass man vielfach „eine Infection“ als Ursache angesehen hat. Durch Verimpfung hatte man den Starrkrampf von Thier zu Thier übertragen. Nicolaier hat dann Bacillen in der Boden- und Gartenerde in weiter Verbreitung nachgewiesen, welche bei Thieren den typischen Starrkrampf erregten, und nach allen Ergebnissen ist sicher gestellt, dass der menschliche Starrkrampf in seinen verschiedenen Formen durch diese Keime erregt wird. Reinculturen aus Tetanuseiter erhält man, wenn man die Bacteriengemische einige Tage ½—1 Stunde auf 80° erhitzt und dann das weitere Culturverfahren anschließt.

Die Bacillen sind feine Stäbchen, welche an ihrem einen Ende prominierende Sporen bilden und dadurch in Stecknadelform erscheinen. Der Färbung sind die Bacillen leicht zugänglich, weniger gut der Cultur. Sie sind Anaëroben und wachsen im Blutserum, auch auf Traubenzuckeragar, auf Traubenzuckergelatine (Kitasato) bei Brut-

temperatur in einer H-Atmosphäre (auch auf Gelatine) mit dichtem Centrum und Strahlenkranz. Die Gelatine verflüssigt unter Gasentwickelung.

In Culturen scheinen verschiedenartige toxisch wirkende Körper durch die Tetanusbacillen zu entstehen (Brieger).

Bacillen sind außer bei den genannten Krankheiten noch vielfach bei anderen menschlichen Krankheitsformen beobachtet, ohne dass die specifische Wirksamkeit hätte erwiesen werden können, so z. B. bei Syphilis, Keuchhusten, beim Rhinosklerom, der Beri-Berikrankheit u. s. w.

Der Influenzabacillus wurde von Cannon im Blute nachgewiesen, von Pfeiffer rein aus dem Auswurfe der Kranken cultiviert.

Von exquisiten Thierkrankheiten seien die folgenden, da dieselben durch die später zu besprechenden Schutzimpfungen allgemeines Interesse haben, genannt:

Bacillus septikämiae hämorrhagicae. Weit verbreitet findet sich dieser Bacillus als Krankheitserreger im Thierreiche: er wurde zuerst von Koch gelegentlich der Überimpfung faulenden Fleischinfuses auf Kaninchen erhalten und als „Micrococcus der Kaninchenseptikämie" bezeichnet. Es scheint dieser Keim als Ursache der Rinderseuche (Kitt), der septischen Pleuropneumonie der Kälber, der Wildseuche (Kitt), der Schweineseuche (Schütz und Löffler) und Hühnercholera (Perroncito) angesehen werden zu müssen.

Hühner werden durch diese Keime inficiert, plötzlich kraftlos und soporös, unter schleimig diarrhöischen Entleerungen erfolgt der Tod. Der Verlauf der Krankheit ist bei anderen Thieren, welche befallen werden, ein äußerst differenter: bei den Schweinen z. B. tritt die Seuche theils als entzündliche Hautaffection, ähnlich dem Rothlauf, theils als Lungenerkrankung, theils als dysenterieartige Darmerkrankung auf. Bei dem Rind, Roth- und Schwarzwild wurden diese Seuchen früher mit Milzbrand häufig verwechselt.

Die Bacterien, die sich fast ausschließlich im Blute finden, sind sehr kleine, an den Enden abgerundete Stäbchen, die sich meist nur an den Polen färben, während die Mitte farblos bleibt; bisweilen reihen sich mehrere Keime hintereinander zu kleinen Fädchen.

In Gelatineplattenculturen entstehen nichtverflüssigende, granulierte, gelbweiße Tröpfchen, im Stich wachsen sie oberflächlich, wenig in der Tiefe.

Auf Kartoffeln bei 30° als grauweiße, wenig prominente Colonien. Die Impfung gibt bei Hühnern, Tauben, Sperlingen, Fasanen, Mäusen, Kaninchen sicheren Erfolg bei Meerschweinchen, Schafen, Pferden keine Wirkung. Durch Fütterung erkranken, Mäuse, Hühner, Kaninchen. Sporenbildung ist unbekannt: die Keime scheinen durch Eintrocknen im allgemeinen leicht zu sterben (Hüppe). Feucht können sie in manchen Fällen 100° kurze Zeit ertragen. Kälte ertragen sie gut.

In faulendem Material wie Blut, scheinen die Keime häufig vorzukommen (Baumgarten); sie wurden im Speichel gesunder wie kranker Menschen gefunden (Bordoni-Uffreduzzi).

Die Keime gehen in die Eier cholerakranker Hühner über (Marchiafava und Celli).

Die Identität der oben genannten Krankheitsformen ergibt sich, wie aus den Culturen des Keimes, so aus den Impfversuchen. Kaninchen sterben an „Kaninchenseptikämie," wenn man auf sie von cholerakranken Hühnern, seuchekranken Schweinen und Rindern überimpft und Tauben sterben an Cholera, wenn ihnen Impfmaterial von septikämischen Kaninchen, seuchekranken Rindern oder von Wild oder Schweinen übertragen wird.

Bacillus murisepticus. Durch Verimpfen von faulendem Materiale auf Mäuse hat Koch einen Bacillus erhalten, der in dem Blute der Thiere wuchernd, diese durch septikämische Folgezustände tödtet. Identisch mit diesem Keime scheint der Erreger einer unter den Schweinen als Seuche weit verbreiteten, meist tödtlichen Krankheit, nämlich des Schweinerothlaufes zu sein (Löffler, Schütz, Lydtin u. A.).

Die Schweine erkranken plötzlich, verlieren die Esslust und entleeren blutig diarrhöische Stühle, Brust und Hals bedecken sich mit rothen Flecken; unter Lähmungserscheinungen der hinteren Extremitäten und Fieber tritt der Tod ein. Die Infection erfolgt, wie aus Fütterungsversuchen wahrscheinlich wird, meist vom Darmcanal aus, indem die Schweine entweder Darmabgänge von anderen aufnehmen, oder etwa inficierte Mäuse verzehren oder Maden, die auf Rothlaufkadavern sich angesiedelt haben. Die Haut der Schweine ist an den erkrankten Stellen geröthet und diese Röthung zieht sich tief in die Cutis herein; das Bauchfell zeigt sich mit Ecchymosen, der Darm mit Geschwüren bedeckt.

Die Bacillen sind kleine bewegliche, leicht färbbare, im Blute sich aufhaltende Stäbchen. Sie vermehren sich dort auch noch einige Zeit nach dem Tode des Thieres.

Dauerformen kennt man nicht, auch verliert der Rothlaufstoff durch Eintrocknung alsbald seine Virulenz (Kitt).

In Gelatineplattenculturen bilden sie weißlichgraue, tiefliegende Netze oder wurzelartige Colonien, im Stich demselben entlang feines, wurzelartiges Wachsthum, das man mit einer „Gläserbürste" vergleichen kann. Die Gelatine wird fast nicht verflüssigt. Auf Kartoffeln und pflanzlichen Substraten wachsen die Keime nicht.

Die Krankheit befällt kein anderes Hausthier als das Schwein; selbst gegen die Impfung von Reinculturen sind die größeren Hausthiere immun. Das Überstehen der Krankheit schützt Mäuse und Schweine vor weiterer Infection.

Unter den Bacillen finden sich auch eine Reihe von Keimen, welche direct unschädlich sind, aber durch ihr biologisches Verhalten Interesse erwecken.

Bacillus prodigiosus wächst auf allen möglichen Substraten bei Zimmertemperatur unter Bildung eines blutrothen Farbstoffes. Bacillus pyocyaneus erzeugt die grünblaue Färbung des Eiters, enthält Pyocyanin und ist ungefährlich; Bacillus fluorescens putidus färbt faulende Substanzen grünlich, Bacillus luteus und janthinus producieren gelben oder veilchengleichen Farbstoff. Bacillus cyanogenes färbt die Milch blau bei saurer Reaction der Milch, graubraun bei neutraler Reaction.

Auch eine Reihe gährungserregender Keime kommen zur Beobachtung.

Essigsäuregährung erregen: Bacterium aceti, Bacterium Pasteurianum und Bacterium Petus. Der Alkohol geht bei reichlichem Luftzutritt in Essigsäure über, letztere kann dann zu CO_2 und Wasser verbrannt werden.

Buttersäuregährung verursachen Clostridiumarten, deren es drei gibt; sie bilden Sporen und schwellen dabei zu Spindel-, auch Keulenform an. Sie entwickeln sich am kräftigsten bei 40°, wandeln Milchsäure in Buttersäure um und tragen zum Reifen des Käses bei. Es sind facultative Anaëroben.

Milchsäurebacterien, d. h. Milchzucker in Milchsäure umwandelnde gibt es mehrere.

Eine sehr wichtige Umwandlung organischer Materie ist die Fäulnis, an der sich verschiedene Keime, die schon oben erwähnten Kokken, aber auch Bacterien und Bacillen betheiligen, z. B. Bacillus pyogenes fötidus, putrificus coli, saprogenes, phosphorescens, Proteus mirabilis, vulgaris, Zenckeri und eine Reihe noch wenig bekannter Anaëroben. Bei der spontanen Fäulnis findet man zumeist Proteus vulgaris (Kuhn).

Nicht selten begegnet man auch Keimen, von denen weder pathogene noch charakteristische saprophytische Wirkungen bekannt sind. Hierzu wären zu zählen:

Bacillus subtilis, der Heubacillus, ein aërober, dem Milzbrand ähnlicher Spaltpilz; die Sporen treiben die Zellwand nach außen. Er verflüssigt die Gelatine rasch und zeigt unter Umständen lebhafte, durch eine Geissel vermittelte Schwärmbewegung (Koch).

Bacillus mesenterides vulgaris, der Kartoffelbacillus, überzieht schlecht sterilisierte Kartoffeln mit einer gekröseartigen Haut.

Bacillus mycoides, ein bei Untersuchungen von Erdboden häufig entgegentretender, wurzelartig auf Gelatine wachsender Keim.

III. Spirillen.

Spirochäte Obermeieri. Bei dem Rückfallsfieber wurden von Obermeier Spirillen gefunden, welche nach dem constanten und ausschließlichen Vorkommen bei dieser Krankheit, bei der massenhaften Entwickelung im Blut zur Zeit des Fieberanfalls und nach der Thatsache, dass nie bei anderen Krankheitsformen oder bei Gesunden solche Spirillen im Blute gefunden werden, als die eigentlichen Krankheitserreger angesehen werden müssen.

Sie finden sich im Blut frei in lebhaftester und kräftiger Bewegung begriffen, so dass sie sich gelegentlich mit ihren Enden sogar in die Substanz der rothen Blutkörperchen einzubohren vermögen. Bewegungsorgane sind Geisseln (Koch).

Eine Züchtung der Spirillen gelang bis jetzt Niemandem, wenn schon man sie einige Zeit in Blut oder Kochsalzlösung überlebend erhalten kann. Sie scheinen sich durch Theilung fortzupflanzen und Sporen oder ähnliche Dauerformen ganz zu fehlen. In Secrete und Excrete hat man sie nie übertreten sehen.

Kernfarbstoffe werden nicht angenommen; um sie sichtbar zu machen, bringt man das am Deckglas gut angetrocknete Blut 10 Secunden in fünfprocentige Essigsäure, sodann in Anilinwasser-Gentianaviolett.

Man hat mittelst Recurrensblut erfolgreiche Übertragungsversuche auf Menschen und Affen ausgeführt.

Spirillum Cholerae asiaticae. Als Krankheitserreger der asiatischen Cholera sind von Koch 1883 die sogenannten Kommabacillen gefunden und von allen späteren Untersuchern bestätigt worden. Sie finden sich schon in den ersten Stühlen nach beginnender Krankheit, oft auf der Höhe derselben in Reincultur, verschwinden mit Lösung der Krankheitserscheinungen. Bei anderen Krankheiten oder bei Gesunden hat man sie nie entdecken können.

Im Darm liegen sie in der Wandung des Dünndarms, in den schlauchförmigen Drüsen zwischen Epithel und Basalmembran. Häufig trifft man sie in der Nähe der von einem gerötheten Saum umgebenen Peyer'schen Plaques. Man hat die Kommabacillen da zu suchen, wo das Epithel noch gut erhalten ist.

In den inneren Organen localisieren sie sich selten: etlichemale traf man sie in Gallengang und Gallenblase, in der Leber.

Die Kommabacillen sind kleine, in Komma-, S-, Spirillen- oder Spirochätenform auftretende Organismen mit lebhafter Eigenbewegung. In kräftiger Entwickelung färben sie sich leicht mit den Anilinfarben; degenerierende Keime, die Keulenbildung zeigen können, färben sich weniger gut.

Sie bilden mitunter kleine, oft schnurförmig angeordnete Kügelchen, mikrokokkenähnlich, die man als Arthrosporen ansieht (Hüppe).

Auf Gelatineplatten zeigen sich nach 24 Stunden bei geeigneter Vergrößerung kleine, gelbliche, wellig contourierte Scheiben, glänzend, als wenn sie aus Glaspulver beständen, später tritt deutliche Verflüssigung ein. In Stichcultur zeigt sich bei kräftigen Culturen Trübung dem Impfcanal entlang, dann nach oben trichterförmig zunehmende Verflüssigung. Auf Kartoffeln wachsen sie nur bei hoher Temperatur 36 bis 35° als graubraune Auflagerung.

Bei Temperaturen unter 16° ist auf allen Nährböden das Wachsthum kümmerlich.

Die Kommabacillen erzeugen, namentlich wenn sie in peptonhaltiger Fleischbrühe 12 bis 24 Stunden cultiviert werden, Indol und salpetrige Säure; wenn man dann eine concentrierte Mineralsäure, Salzsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure zugibt, erhält man mehr oder minder rasch eine rothe Färbung (Bujwid's Reaction). Zur Diagnose auf Cholera lässt sich die Reaction allein nicht verwerten, da es auch andere sich ähnlich verhaltende Keime gibt.

In sehr dünnen Schichten und bei absoluter Trockenheit der Luft (z. B. in einem Exsiccator über Schwefelsäure) sterben die Kommabacillen durch den rapiden Wasserverlust rasch ab (2 bis 24 Stunden); wenn sie aber mit organischen Substanzen zusammen in dicker Schicht und langsam das Wasser verlieren, halten sie sich monatelang infectionstüchtig. Es scheint, als wenn die Arthrosporen etwas größere Resistenz gegen Austrocknung besäßen als die Vegetationsformen.

Niedere Temperaturen bis —10° und darunter schaden den Keimen nicht, aber schon 10 Minuten langes Erwärmen auf 60° oder einmaliges Aufkochen tödtet sie sicher.

Die Kommabacillen haben auf normale Thiere keinerlei pathogenen Einfluss; sie sind eben echte Menschenparasiten. Nur wenn man bei Meerschweinchen den Darminhalt mit kohlensaurem Natron alkalisch macht, Opium darreicht und sodann den Thieren Culturen einverleibt, kommt es zu pathologischen Erscheinungen (Koch).

Zur Untersuchung der Dejectionen auf Kommabacillen wählt man aus den Reiswasserstühlen die darin schwimmenden Flöckchen oder Epithelien aus; schwieriger ist der Nachweis, wenn die Stühle wieder kothige Beschaffenheit annehmen, indem die directe Beobachtung wie Culturmethode negative Resultate geben, obschon noch Cholerakeime vorhanden sind. Man kann aber aus selbst in stinkendste Fäulnis übergegangenem Materiale noch die Kommabacillen erhalten, wenn man eine Probe mit Bouillon mehrere Tage bei 36° erhält und die Bildung eines Häutchens abwartet. Aus diesem lassen sich dann durch Plattencultur die Kommabacillen abscheiden (Schottelius, Gruber).

Die Kommabacillen vermögen noch mit sehr geringer Sauerstoffzufuhr zu leben: anaërob gezüchtet, erweisen sie sich gegen Thiere virulenter als aröob (Hüppe), doch unterliegen sie nach anaëroben Wachsthum weit leicht schädigenden Einflüssen, z. B. schon der Einwirkung der schwächsten Säuren (Wood).

Auch Wuchsform wie culturelle Eigenthümlichkeiten der Kommabacillen unterliegen im mehrfacher Weise gewissen Schwankungen; bemerkenswert für die Diagnose ist namentlich der Umstand, dass die Kommabacillen ein sehr hochgradiges Peptonisierungsvermögen für Gelatine besitzen können, in anaërober Cultur dasselbe aber fast einbüßen (Wood).

Die Kommabacillen erzeugen toxisch wirkende Körper (Brieger). Sie sind Saprophyten, vermehren sich auf feuchter Wäsche, in Schweiß, auf feuchter Erde, gekochten Eiern, Mohrrüben, Brot, Hülsenfrüchten (Koch, Babes). Auf vielerlei Substraten erhalten sie sich längere Zeit, z. B. in Koth, frischem Gemüse, Fruchtsäften, Zuckerwasser, Kaffee. Rasches Verschwinden beobachtete man auf sauren Früchten, Gemüsen, in Bier, Wein und Wasser.

Diese Beobachtungen sind meist an vorher sterilisierten Nahrungsmitteln gemacht; die Kommabacillen ertragen aber auch die Concurrenz manch anderer Keime, wie z. B. der Keime der Fäulnis. In nicht sterilem, kühlem Trinkwasser gehen sie in 24 Stunden zugrunde.

Es gibt noch eine Reihe saprophytischer Spirillen, welche Ähnlichkeit mit den Kommabacillen besitzen, aber durch Culturmethoden sich trennen lassen.

Spirillum Finkler-Prior wurde bei einem Cholera nostras-Falle beobachtet, ohne specifisch zu sein. Die Kommaformen sind im allgemeinen etwas dicker wie die der Cholera asiatica; auf Gelatine wachsen sie rascher und stärker verflüssigend, auf Kartoffeln schon bei gewöhnlicher Temperatur. In Milch cultiviert, machen sie dieselbe gerinnen, die Kommabacillen wachsen in Milch, ohne die Gerinnung einzuleiten.

Spirillum tyrogenum, aus Käse von Denecke isoliert, gleicht auf Gelatine im Wuchsform sehr der Cholera asiatica, bringt aber Milch zum Gerinnen und wächst gar nicht auf Kartoffeln.

Vibrio Metschnikoff. Bei Tauben gefunden, kleine gekrümmte Stäbchen, wenig vom Koch'schen Commabacillus verschieden, ist lebhaft beweglich und besitzt einer langen Geißelfaden, der aber nur nach der Färbung wahrzunehmen ist.

Verflüssigt Gelatine; in Platten und Stichcultur nicht leicht vom Commabacillus zu trennen.

Auf Kartoffel nur bei Bluttemperatur als bräunlicher Belag wachsend. Gibt in Bouillon Indolreaction. Sehr virulent für Meerschweinchen und besonders bei subcutaner Verimpfung für Tauben, bei denen er sich reichlich im Blute findet.

IV. Pleomorphe Spaltpilze.

Actinomyces (Strahlenpilz). Von Bollinger wurde zuerst als die Ursache einer bei Rindern weit verbreiteten Erkrankung, bei welcher Geschwülste an Kiefer, Zunge, Schlund, Magen u. s. w. auftreten, ein Pilz gefunden, der Strahlenpilz, Actinomyces, genannt wurde. Israël hat dann beim Menschen bei verschiedenartigen Wucherungen denselben Pilz gefunden.

In den Geschwülsten und Abscessen finden sich kleine, oft schwefelgelbe Körnchen von Talgconsistenz, die aus hyphenartig verzweigten Fäden bestehen und sich strahlig um ein Centrum ordnen. An der Peripherie finden sich keulenartige Anschwellungen, im Centrum werden häufig kokkenähnliche Körnchen getroffen.

Actinomyces kann durch Cultur auf Blutserum und Agar bei 33 bis 37° zur Entwickelung gebracht werden; er wächst dabei in strahliger Anordnung. Die keulenartigen Verdickungen sind Degenerationserscheinungen. Der Pilz wächst in Fädenform mit Quertheilungen, die nach der Spitze zu immer kürzer werden und endlich in kokkenähnliche Gebilde zerfallen (Boström, Afanassiew, Paltauf).

Beim Menschen trifft man Actinomyceswucherungen in der Mund- und Rachenhöhle, in den Lungen, dem Intestinaltractus, im Oesophagus, seltener in der äußeren Haut.

Auffallend häufig hat man in den Actinomyceswucherungen Grannen von Getreidearten gefunden, so dass also auf eine Übertragung der Krankheit durch vegetabilische Substrate geschlossen werden darf.

Von saprophytisch lebenden pleomorphen Arten wären zu nennen:

Crenothrix Kühniana, weit verbreitet in Wasserleitungen und Drainröhren, besteht aus langen Fäden, die festsitzen, zarte Scheiden besitzen, in welchen cylindrische Zellen sich befinden, welche nach der Spitze des Fadens zu oft in kleine Körnchen zerfallen, und mehrere Generationen hindurch als Kokken mit Zooglöa-Umhüllung vegetieren, dann sich wieder in Fäden umwandeln (Zopf). Crenothrix lagert Eisen auf sich ab und kommt oft in solchen Mengen vor, dass das Wasser ungenießbar wird.

Cladothrix dichotoma trifft man namentlich in schmutzigen Fabrikswässern als grauweiße, flutende Flocken, welche am Ufer festsitzen. Sie besitzt auch Scheidenbildung, aber außerdem dichotome Verzweigung der Fäden. Sie lagert Eisen ab und bildet ockerfarbene Schlammassen, die Leptothrix ochracea benannt werden.

Sie vermehrt sich durch Abstoßung kleiner Stücke oder durch Ausstoßung von Kokken, welche wieder zu Fäden auswachsen. Manchmal nehmen die Fäden auch Schraubenform an und vermehren sich dann durch Abtrennung einzelner Theile.

Beggiatoa endlich ist eine dritte, häufig im Wasser sich findende pleomorphe Art, welche in ihrer Entwickelung der vorherbenannten Cladothrix ähnlich sich verhält, indem sowohl Stäbchen als Kokken und Spirillen auftreten. Die Spirillenform wird als Ophidomonas beschrieben. Die Beggiatoën lagern Schwefelkörnchen im Plasma ab, gleichzeitig unter intensiver Schwefelwasserstoffentwickelung.

Manche Beggiatoën haben rosenrothe Farbstoffe in sich abgelagert.

Literatur. R. Leukart, Die Parasiten des Menschen, II. Aufl., 1886. — Pfeifer, Die Protozoën, Jena, 1890. — Zopff, Die Pilzthiere, Breslau 1885. — Derselbe, Die Pilze, 1890. — Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gährungsindustrie, II. Aufl. — De Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze etc. Leipzig 1884. — Derselbe, Vorlesungen über Bacterien, Leipzig 1885. — Flügge, Mikroorganismen. Leipzig 1886. — Baumgarten, Lehrbuch der pathologischen Mykologie, Braunschweig 1890. — Hüppe, Die Methoden der Bacterienforschung, 1889. — C. Fränkel, Grundriss der Bacterienkunde 1888.

Zwölfter Abschnitt.

Die Verbreitungsweise einiger Volkskrankheiten.

Erstes Capitel.

Wege der Verbreitung parasitärer Krankheiten.

Eintheilung der Volkskrankheiten.

Von den parasitären Erkrankungen haben jene, welche einen großen Bruchtheil einer Bevölkerung epidemisch befallen, naturgemäß das Schwergewicht des Interesses. Man hat solche Krankheiten häufig *Volkskrankheiten* genannt, ohne dass es aber möglich wäre, diesen Begriff im Einzelnen scharf zu umgrenzen, wenn schon über die Zusammengehörigkeit der wichtigsten Krankheiten dieser Gruppe kein Zweifel besteht.

In ähnlich ungenügend präcisierter Weise spricht man auch häufig von *Infectionskrankheiten*, worunter man keineswegs alle auf dem Wege der „Infection" vermittelten Krankheitsursachen begreift, sondern noch eine Gruppe „die *Invasionskrankheiten*," d. h. Infectionen durch thierische Parasiten abzweigt. Diese Trennung bleibt aber wiederum keine principielle, denn die Malaria, deren Krankheitserreger zu den niederen Thieren gehören, führt man als Infectionskrankheit an.

Die Verbreitungswege der Volkskrankheiten leiten sich aus den allgemeinen Eigenschaften der Parasiten unschwer ab; man hat zu trennen zwischen *obligaten* und *facultativen* Parasiten.

1. Die *obligaten Parasiten* sind die Reproducenten des Krankheitsstoffes, den sie durch ihr Wachsthum in Thieren oder dem Menschen vermehren.

Die Krankheitskeime werden bei manchen Krankheitsformen aber nicht in den Ausscheidungen gefunden, so z. B. nicht bei Malaria, Recurrens. Da nun der Recurrensspirochäte ein exquisit obligater Parasit ist, so muss die Verbreitung der Krankheit vermuthlich durch einen Zwischenträger, z. B. durch einen Hautparasiten, geschehen.

Dort aber, wo die Krankheitskeime aus dem Körper infectionstüchtig austreten, da kann ohne ein weiteres Zwischenglied die Infection zustande kommen; so dürfte es sich z. B. bei Scharlach, Blattern, Masern, Tuberculose, Gonorrhöe, Syphilis und der Hundswuth verhalten.

oder die Keime besitzen (unter Umständen durch Dauerform, wie die Tuberkelsporen) eine größere oder geringere Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse, dann können sie auch durch Gegenstände aller Art verschleppt und wieder durch Nahrungsmittel, durch den Staub u. s. w. übertragen werden, wie bei Scharlach, Masern, Blattern, Tuberculose. Sehr selten wird aber Syphilis und Gonorrhöe auf diesem Wege übertragen, gar nicht die Hundswuth.

2. Die facultativen Parasiten zeigen zum Theil wesentlich andere Vermittlungswege.

Die Krankheit kann direct übertragen werden, wenn der Parasit in infectionstüchtigem Zustande aus dem Körper tritt (Milzbrand), aber auch indirect durch Übertragung auf Gebrauchsgegenstände, den Boden, Nahrungsmittel etc. In anderen Fällen gehört die directe Übertragung zur Seltenheit, weil die Keime den Organismus zwar mit den Ausscheidungen verlassen, aber in geschwächtem Zustande (Cholera).

Endlich verlassen manche als facultative Parasiten auftretende Keime überhaupt den Organismus, den sie befallen haben, nicht wieder (Tetanus, Malaria), dann kann die Ausbreitung der Krankheiten ganz unabhängig von dem Menschen geschehen; der Keim ist ein specifisch der Fauna oder Flora des Ortes angehöriger Saprophyt.

Von dem Gesichtspunkte der Verbreitungsart ausgehend, hat man die Krankheiten auch in contagiöse, d. h. direct von Mensch zu Mensch übertragbare, dann in miasmatische, d. h. solche, die durch ein vom Boden ausgehendes Miasma verbreitbare, und endlich in contagiös-miasmatische, d. h. auf beiden Wegen verbreitbare bezeichnet. Pettenkofer hat an Stelle dieser Bezeichnungen, endogene, ektogene und amphigene Krankheiten vorgeschlagen, was das naheliegende Missverständnis von Contagium und Miasma beseitigt. Man hat noch vielfach andere „Classificierungen" der Krankheiten versucht, die aber alle einen gewissen Mangel haben, einerseits, weil die charakteristischen Merkmale nicht immer getroffen sind, andererseits, weil unsere Kenntnisse in dieser Materie noch nicht so genau sind, dass alle Krankheiten sich auch nur für kurze Zeit in ein passendes Schema zwingen ließen.

Bei der Classificierung der Krankheiten nach ihrem Verbreitungswege ist ganz allein die natürliche Verbreitungsweise der Krankheiten maßgebend. Man kann alle Krankheitserreger durch directe Übertragung auf den Menschen zu Infectionserregern machen; so lässt sich Recurrens und Malaria durch Blut direct überimpfen, die natürliche Verbreitungsweise dieser Krankheiten ist aber eine ganz andere. Die Tuberkelbacillen, Gonorrhökokken hingegen lassen sich zwar unter sehr günstigen Verhältnissen auf künstlichen Nährböden ziehen, aber saphrophytische Keime sind sie doch nicht, denn jene Vermehrungsbedingungen, wie im künstlichen Versuch, finden sie im freien Zustande nicht.

Die Parasiten finden sich nach dem Dargelegten als Luftkeime und infectionstüchtig, insoferne sie die Austrocknung ertragen. Sie finden sich ferner im Boden, vor Allem in den oberen Schichten desselben, die an der Verstäubung theilnehmen. An sich betrachtet, müssten am Boden nahezu alle Parasiten zu treffen sein, welche entweder selbst dort ihren Wuchsplatz finden oder mit den Abgängen des Menschen dorthin

gelangen. Durch Winde, durch das Schuhwerk, das Halten von Hausthieren, wird direct Bodenschmutz nach den Wohnungen gebracht.

Parasitenträger sind das Wasser und die Nahrungsstoffe, insoferne sie durch Bestäubung beschmutzt werden. Die Kleider, die Körperoberfläche, der Fehlboden können zu Trägern von Keimen werden.

Am reichlichsten pflegen bei manchen Krankheiten die Keime von dem Kranken auszugehen, so z. B. bei den acuten Exanthemen, bei der Abschuppung, ferner durch Ausstoßung aus den Lungenwegen und Darm und Niere (Tuberculose, Cholera, Dysenterie und Typhus abdominalis).

Natürliche Hemmungseinrichtungen.

Die Krankheiten müssten sich wie die Spaltpilze überhaupt ins Ungeheuerliche vermehren, wenn nicht in der Natur gewisse Hemmungseinrichtungen gegen ihre Überhandnahme vorhanden wären. Jede Typhusepidemie, Scharlach, Masernepidemie u. s. w. pflegt zu erlöschen, auch ohne dass manchmal besondere Maßregeln zu ihrer Bekämpfung durchgeführt worden wären: das widerlegt nicht die Thatsache, dass man bei richtigem künstlichen Eingreifen in diesen Aussterbeprocess denselben recht erheblich beschleunigen kann.

Die Krankheitskeime haben, ehe ihnen die Ansteckung gelingt, oft eine ganze Reihe, allerdings bei den einzelnen recht verschiedener Hindernisse zu überwinden.

Eines der wichtigsten, dem Überhandnehmen von Krankheiten außerordentliches hinderliches Moment ist das Fortschreiten der Infectionserreger im Parasitismus; je eigenartiger sich ein Parasit den Bedingungen des Körpers acclimatisiert, desto rascher geht er, aus dem Körper ausgeschieden, zu Grunde und umsoweniger gefährlich wird der Krankheitsprocess hinsichtlich der Ausbreitungsmöglichkeit. Bei Syphilis und Gonorrhöe fällt es nicht schwer, die Erkrankung zu vermeiden; die vollkommen dem menschlichen Körper adaptierten Keime können nur im directen Contacte mit dem Kranken übermittelt werden.

Nicht zu allen Entwicklungsstadien einer Krankheit, werden die Keime nach außenhin abgegeben; auch das mindert die Wahrscheinlichkeit der Ansteckung gesunder Personen; die Ausscheidung in vegetativer Form, wie dies bei Milzbrand geschieht, erhöht die Möglichkeit der Vernichtung.

Die sich verbreitenden Keime müssen behufs Infection die richtige Eingangspforte in den Körper finden. Solange z. B. die Eiterkokken der unverletzten Haut aufliegen, schaden sie nicht, solange die Ödembacillen oder jene des Tetanus nicht tief in die Haut bei Verletzungen eingeimpft werden, schaden sie nicht, und ebenso dürfte es sich vermuthlich bei Diphtherie und anderen die Schleimhaut befallenden Parasiten verhalten.

Manche Menschen setzen durch ihr Gewerbe der Ansteckungsmöglichkeit sich mehr aus, als andere, dann spricht man von Berufsdisposition. Metzger, Pferdehändler u. dgl. gefährden sich leicht durch Milzbrand und Rotz, die übrigen Menschen haben diesen Krankheiten gegenüber also eine gewisse Berufsimmunität. Immun sind

gegen manche Erkrankung die besser situierten Classen, bisweilen wegen der günstigeren Ernährungsverhältnisse und der strenger durchgeführten Wohnungs- und Körperreinlichkeit, z. B. bei Flecktyphus Recurrens.

Die mangelnde Disposition wird häufig durch gewisse Zustände des Verdauungscanals erklärt. Die Kommabacillen werden durch den normalen Magensaft unschädlich gemacht; das lähmende Toxalbinum der Diphtherie schadet verfüttert nicht, weil es gleich anderen Eiweißkörpern verdaut, in Acidalbumin oder Pepton umgewandelt wird. Die Krankheiten beschränken sehr oft ihre Verbreitung dadurch, dass die Genesenen nun zeitlich immun geworden sind und ein zweitesmal von der Krankheit nicht (oder erst nach langer Zeit) befallen werden. Eine solche langdauernde Immunität bildet sich bei Variola, Scharlach, Masern, Typhus aus, freilich fehlt anderen Erkrankungsformen diese Eigenthümlichkeit ganz, so bei Milzbrand, Recurrens, Erysipel, Malaria, Gonorrhö.

Die aus dem Körper austretenden Keime werden durch eine Reihe zum Theil schon benannter Hemmungseinrichtungen beseitigt. Sie können in Wasser gelangen und dabei zerstört werden oder in dem Boden die richtigen Ernährungsverhältnisse nicht finden, der Concurrenz, Besonnung und anderen ungünstigen Verhältnissen unterliegen. In dem kranken Organismus selbst werden Keime vernichtet, dann folgt die Genesung. Die mit den Leichen dem Boden übergebenen Keime gehen erfahrungsgemäß zu Grunde.

So stehen also den drohenden Gefahren unserer Gesundheit in der Naturgeschichte und Lebensweise unserer parasitären Feinde selbst begründete, regulierende und krankheitverhütende Kräfte gegenüber.

Epidemiologische Beobachtungen.

Die natürliche Verbreitungsweise der Krankheit lässt sich nur durch eine rein casuistische Beobachtung und statistische Erhebungen ermitteln. Diese epidemiologische Forschung begegnet in ihrer Ausführung den mannigfaltigsten Schwierigkeiten und Hindernissen, welche von einem großen Theil der Beobachter nicht gekannt und nicht beachtet werden.

Am leichtesten gelingt meist der Nachweis der Verschleppbarkeit, wenn es sich um fremde, im Lande nie endemische Krankheiten handelt. Diese treten inmitten einer undurchseuchten Bevölkerung mit scharf trennbarem Krankheitsbilde auf (z. B. bei Gelbfieber und Cholera).

Weit schwieriger ist die Erkenntnis der Contagiosität einer Krankheit: zwei innerhalb eines gewissen Zeitraumes auftretende Krankheitsfälle, deren Träger in näherer Berührung zu einander standen, brauchen noch durchaus nicht Ursache und Wirkung zu repräsentieren In derselben Familie, in demselben Hause aufeinanderfolgende Krankheiten werden auch bei Malaria beobachtet. Der Entscheid, ob das Aufeinanderfolgen von Krankheiten als contagiöse Vermittelung zu deuten ist, beruht nicht auf der Kraft der Überzeugung der directen Beobachtung, als vielmehr auf der aus anderen Thatsachen, z. B. der Verschleppbarkeit begründeten Anschauung. Sie ist also kein originärer Beweis und unsicher, wenn es sich etwa um epidemische Krankheitsformen handelt.

Auch den Fall angenommen, dass mit besonderer Häufigkeit der Einschleppung eines bestimmten Krankheitsfalles ein gleicher in Bälde folgt, kann der Beweis einer streng contagiösen, durch directe Berührung von Kranken zu Kranken übertragenen Krankheit nicht erbracht werden, weil die Übertragung in gleicher Weise durch Effecten vermittelt werden kann.

Ganz unzuverlässig wird die casuistische Beobachtung dort, wo es sich um einheimische oder gar schon in Ausdehnung begriffene Seuchen handelt.

Wesentlich compliciert wird das Auffinden irgend eines Abhängigkeitsverhältnisses von Ursache und Wirkung: 1. Durch die Verschiedenheit des Incubationsstadiums von Krankheiten, 2. durch den Umstand, dass von leichten Krankheitsfällen schwere und von schweren umgekehrt leichte abstammen, und dass leichte und schwere Fälle nicht immer gleiche Incubationszeiten besitzen, und 3. endlich durch den Umstand, dass manche Krankheiten schon während des Incubationsstadiums anstecken. Es kann daher unter Umständen gerade zu einer scheinbaren Umkehr von Wirkung und Ursache kommen, wenn von einem leichten Fall im Prodromalstadium schon eine Infection eingeleitet und diese bei dem angesteckten Individuum zu rapider Erkrankung führt.

Wie will man bei Typhus z. B. mit Sicherheit klarlegen, was während der möglichen Zeit der Infection, die zwischen 1 bis 28 Tagen der Erkrankung vorangeht, an krankmachenden Einflüssen eingewirkt habe, und wie sollte man beweisen, dass eine solche gedachte Krankheitsursache die wirksame war?

Die Feststellung epidemiologischer Gesetze darf nie den quantitativen Gesichtspunkt außer Auge lassen; nicht auf den einzelnen Fall, sondern die Häufigkeit derartiger Fälle von Übertragung von Krankheiten kommt es an. Niemand wird sich, wenn die directe Übertragung einer Krankheit vom Kranken auf den Gesunden als Ausnahme betrachtet wird, von dem Verkehr mit dem Kranken und seiner Pflege abhalten lassen, ebensowenig wie gelegentliche Eisenbahnunfälle eine Veranlassung zur Beseitigung der Eisenbahnen abgeben, oder für den Einzelnen ein Grund sein können, auf dieses Beförderungsmittel ganz zu verzichten.

Auf festerer Basis stehen die statistischen Erhebungen, welche sich auf ein größeres Material erstrecken, also die Hauptzüge des Epidemienganges erkennen lassen. Die Verbesserung der Mortalitätsstatistik hebt die Sicherung dieses Theiles der epidemiologischen Forschung. Wichtig wäre für viele Fälle aber die Morbiditätsstatistik. Das Verhälnis von Morbidität zur Mortalität ist in manchen Epidemien recht schwankend.

Auf Grund statistischer Erhebungen gelingt es meist, zeitliche Schwankungen von Epidemien (zeitliche Disposition, Rhythmus) klarzulegen. Die Vertheilung der Krankheiten auf Monate hat fest stets etwas Typisches, freilich ohne dass jedesmal ein ganz directer Zusammenhang mit meteorologischen Verhältnissen zu bestehen braucht. So wirkt z. B. bei den Sommerdiarrhöen der Kinder die hohe Temperatur nicht direct ein, sondern indirect, indem sie die Zersetzung der Milch begünstigt. Zur kalten Jahreszeit sind die Blattern häufiger, weil die Menschen mehr in den Wohnungen zusammenleben und die Ansteckungsmöglichkeit wächst.

Die Feuchtigkeit der Luft oder des Bodens sind statistisch begründete, ursachliche Momente der Epidemien. Auch hierbei haben wir es allerdings nur zum Theil mit indirecten Einflüssen auf die Krankheitserreger und deren Verbreitung zu thun.

Der Nachweis über den günstigen Einfluss mancher zur Bekämpfung der Epidemien dienenden Maßnahmen wird gleichfalls auf statistischem Wege erbracht und gibt in eindeutiger Weise eine Controle, ob man sich bei den aus epidemiologischen Gründen abgeleiteten Heilmitteln auf richtigem Wege befinde.

Eine Controle und Ergänzung der epidemiologischen Studien wird späterhin das biologische Studium der Krankheitserreger selbst bieten müssen, namentlich insoweit etwa die erstere Methode der Forschung nach der Natur der Sache keinen sicheren Erfolg erzielen kann. In einem gewissen Sinn liefert die Biologie der Parasiten die theoretische Basis der rein praktischen Epidemiologie.

Es ist einer ganz besonderen Beachtung zu unterziehen, dass neben Momenten, welche die Übertragung einer Krankheit von dem Kranken und dessen Effecten auf einen Gesunden erzeugen, noch andere Gründe und Modificationen bei der epidemischen Ausbreitung wirksam und ausschlaggebend sein können. Die Einzelinfection und jene der Epidemien haben nicht durchwegs gleiche Ursachen aufzuweisen. Beide Übertragungsmodus — die Einzelinfection und epidemische Infection — können während einer Epidemie vereint vorliegen.

Am schlimmsten verhält es sich hinsichtlich des Nachweises bestimmter Infectionsträger und des Modus einer Infection, wie der Trinkwasserinfection, der Infection durch Nahrungsmittel u. s. w.

Meist führt man für sie das gruppenweise Erkranken von Menschen als einen Beweis an; die Gruppenerkrankungen sind meist Erkrankungen von Personen, die in einem Hause wohnen. Meist beziehen solche Leute also auch die Nahrungsmittel aus derselben Quelle. Aber sie wohnen auch auf demselben Boden und theilen die sanitären Verhältnisse der Umgebung. Die Beweiskraft solcher Erkrankungen für eine bestimmte Infectionsquelle ist daher nicht selten eine sehr dubiose. Die ganze casuistische Methode liefert

für diese Frage nur unter allersorgsamster Auswahl und Überlegung verwertbare Resultate.

Die Beurtheilung über die Beziehung zwischen Krankheitsursache und Erkrankung wird durch das lange Incubationsstadium der meisten Krankheiten höchst willkürlich und dadurch zweifelhaft, dass die zur Infection führenden Handlungen im Alltagsleben vollführt werden, also keine auffälligen sind.

Die Incubation währt bei verschiedenen Krankheiten verschieden lange, so z. B.

	Minimum	Maximum	Mittel
Masern . . .	7	21	14
Scharlach . .	weniger als einen Tag	14	4
Pocken . . .	7	21	13
Erysipelas . .	2	14	5
Typhus . . .	1	28	21
Hundswuth .	mehrere Wochen	mehrere Monate.	

Zweites Capitel.

Aetiologie wichtiger Volkskrankheiten.

Die acuten Exantheme. Blattern (Variola).

Die Blattern, eine jedenfalls seit den ältesten historischen Zeiten bekannte Seuche, scheinen ihre Heimat in Indien und Centralafrika zu besitzen. Moore berechnet, dass in chinesischen Schriften das Auftreten der Blattern auf die Jahre zwischen 1122—249 vor Christus verlegt wird. Seit dem zehnten Jahrhundert sind sie der alten Welt bekannt und werden namentlich von den Ärzten des Mittelalters besprochen. Manche der auftretenden „Pesten" war sicherlich die uns bekannte Variola.

Von den Centralpunkten ihrer endemischen Entwicklung aus hat dann allmählich eine Verschleppung des Blatterngiftes, dessen Natur auch heute noch völlig unbekannt ist, stattgefunden. In Indien herrschen die Blattern immer noch weit schlimmer als die Cholera; in der Präsidentschaft Bombay und Calcutta starben von 40.000.000 Einwohnern 1866 bis 1869 140.000 an Blattern.

In Australien waren die Blattern bis 1838 ganz unbekannt; nach dieser Zeit wurden sie von China nach Sidney eingeschleppt; Tasmanien soll noch jetzt frei von Blattern sein. Die Sandwichsinseln wurden 1853 von S. Franzisco aus angesteckt und 8 Procent der Bevölkerung starben in einem Jahre. Tonga, die Fidschi- und Samoainseln sind zur Zeit noch frei. In Amerika haben Neger wie Europäer die Seuche allenthalben weit verbreitet.

In Europa hat die Einführung der Schutzpockenimpfung die Pocken stark zurückgedrängt; von 1.000.000 Menschen starben an Blattern:

	Vor Einführung der Impfung	Nach Einführung der Impfung
in Niederösterreich	2484	340
„ Tirol	911	170
„ Brandenburg	2181	181
„ Berlin	3442	176
„ Schlesien	5812	198

In manchen Gegenden sind also früher dreißigmal mehr Leute an Blattern gestorben, wie jetzt.

Das Pockengift gehört zu den ansteckendsten und auch die leichteste Pockenform kann bei dem Angesteckten eine „schwere Form“ hervorrufen.

Die Pocken treten nahezu unabhängig von klimatischen Einflüssen, in gewissem Wechsel der Zeiten als Epidemien, ja auch als Pandemien auf. Letztere zeichnen sich meist durch den bösartigen Charakter und die Schwere der Fälle aus.

Auf den Winter treffen etwa zwei Drittel aller Epidemien; offenbar weil beim Aufenthalt in den Wohnungen die Ansteckungswahrscheinlichkeit zunimmt. Für den Wechsel der Pockenepidemien mögen folgende Zahlen für Calcutta nach Macpherson gegeben sein:

Jahr	Todesfälle	Jahr	Todesfälle
1841	56	1848	107
1842	32	1849	1824
1843	335	1850	**2840**
1844	**4430**	1851	32
1845	67	1852	59
1846	78	1853	19
1847	33		

Nach einer Pockenepidemie ist ein großer Theil der Bevölkerung „geimpft“; es dauert daher einige Zeit, ehe wieder genügend für das Gift empfängliche Menschen vorhanden sind.

Die Ansteckung Gesunder erfolgt schon durch bloßes Zusammensein mit Pockenkranken. In welcher Weise dabei das Contagium eingeführt wird, ist nicht bekannt; doch nimmt man für gewöhnlich an dass das Gift zunächst durch Inspiration, manchmal aber bei verletzter Epidermis auch durch die Haut in den Körper gelangt.

Man nimmt an, dass die Pocken vornehmlich in der Zeit ansteckend, sind, wo der Eiter in den Pusteln sich zu bilden anfängt.

Das Contagium haftet auch an den Leichen Pockenkranker und an Dingen, welche mit dem Kranken in Berührung gewesen sind (Wäsche, Kleider, Betten u. s. w.), ferner am Eiter und an den Schorfen des Exanthems.

Man glaubt, dass das Pockengift lange Zeit wirksam sich erhalte. Thatsächlich wurde beobachtet, dass in dem Wohnraum Pockenkranker Ansteckung erfolgt, wenn solche Zimmer auch nach Monaten, ohne gründlich desinficiert oder gelüftet worden zu sein, bezogen werden. Wäsche von Pockenkranken, wenn sie bei Abschluss von Luft aufbewahrt wird, kann lange Zeit die ihr anhaftenden Krankheitskeime wirksam erhalten.

Bei den acuten Exanthemen tritt nicht selten die Erscheinung auf, dass auch bei Import des Krankheitsgiftes in einer Ortschaft sich die Krankheit nicht immer ausbreitet; dies ist nur manchmal und in derselben Zeit nur in manchen Orten der Fall. Die Erfahrung hat gelehrt, dass zugereiste pockenkranke Personen in manchen Fällen eine sehr bedeutende, in anderen gar keine Ausbreitung der Krankheit bewirken.

Das menschliche Pockengift lässt sich durch Inoculation auch auf Rinder, Schafe, Pferde, Ziegen, Hunde, Schweine und Affen übertragen. Umgekehrt können pockenkranke Thiere den Menschen anstecken.

Die Disposition für die Pocken ist eine ganz allgemeine. Gemindert wird die Disposition durch eine stattgehabte Pockeninfection, und zwar für eine längere Zeit.

Dass das Blatterngift impfbar ist, wissen wir schon lange. Die absichtliche Übertragung des Blatternstoffes auf Gesunde soll zum Zwecke der Erzeugung abgeschwächter Pockenformen schon in den ältesten Zeiten in China, Indien und in Ländern des Kaukasus durch Tragen der Kleider von Pockenkranken und durch Inoculation geübt

worden sein. In England gab im Anfang des vorigen Jahrhunderts Lady Montague, welche ihre Kinder mit echten Menschenpocken hatte impfen lassen, den ersten Anlass zur Einführung der Inoculation. Man inoculierte Blattern in der Voraussetzung, dass man sich zeitlebens durch das Überstehen der künstlich hervorgerufenen Variola gegen jede weitere zufällige, voraussichtlich viel schlimmer verlaufende Ansteckung schützen könne. Die Inoculation wurde meist in der Weise ausgeführt, dass die Epidermis des Inoculierten mit einer Nadel geritzt und der frische oder trockene Inhalt der Pockenbläschen in die angeritzte Stelle eingerieben wurde. Trotz der eminenten Contagiosität war nicht jede Inoculation erfolgreich, etwa 5 Procent der Inoculationen versagte. In allen übrigen Fällen entwickelte sich nach drei bis vier Tagen unter heftigem Fieber die Blatternkrankheit, welche bei spärlich verbreitetem Exanthem zur Abheilung gelangte, häufig aber einen tödtlichen Ausgang brachte.

Masern.

Die Masern sind in hohem Grade direct ansteckend, dies ergibt sich aus dem Umstand, dass die Krankheit, wenn einmal eine Einschleppung von Masern in einem vom Verkehr noch nicht durchseuchten abgeschlossenen Orte erfolgt, mit großer Heftigkeit sich rasch ausbreitet. Die Contagiosität beweisen auch die directen Versuche der Impfung, bei welchen durch Übertragung von Blut, Thränen, Nasenschleim und dem flüssigen Inhalt der kleinen Papillen am siebenten bis zehnten Tag die Masern in gewöhnlicher Weise zum Vorschein kamen. Die Masern werden aber auch ohne unmittelbare Berührung übertragen; es ist denkbar, dass der Ansteckungsstoff auch durch die Luft verbreitet werde, welche denselben wahrscheinlich in Staubform aufnimmt und seinen Transport vermittelt.

Er haftet ferner an den Gegenständen, welche mit dem Kranken in Berührung waren und kann auch durch Gesunde verschleppt werden.

Die Ansteckungskraft scheint sicher schon in der Zeit des Prodromalstadiums zu bestehen. Man behauptet, dass die Lebensdauer des Maserncontagiums viel kürzer sei, als die des Pockencontagiums. Je mehr Leute in einem Hause wohnen, je enger der nachbarliche Verkehr ist, um so schneller greift die Krankheit um sich. In großen Städten erlöschen die Masern fast nie, sporadische Fälle tauchen constant auf und so kommt es nach gewissen Zwischenräumen wieder zu einer epidemischen Verbreitung. Von Zeit zu Zeit wandern die Masern über große Länderstrecken in ausgedehnter Verbreitung; die Epidemie wird zur Pandemie.

Auf den Charakter der Masernepidemie üben die Witterungsverhältnisse einen deutlich sichtbaren Einfluss aus. Die kältere Jahreszeit begünstigt den Ausbruch der Masern; im Herbst, in den Winter- und Frühjahrsmonaten sind die Epidemien am häufigsten, im Sommer seltener und gutartiger. Es scheint auch, dass eine katarrhalisch afficierte Respirationsschleimhaut dem Entstehen und den Complicationen der Folgekrankheiten Vorschub leistet. Die meisten Menschen haben eine Empfänglichkeit zur Aufnahme des Maserncontagiums, die Krankheit wird vorzugsweise schon in der Kindheit, zwischen dem dritten bis siebenten Lebensjahre durchgemacht; in seltenen Fällen wird ein Mensch zweimal von den Masern befallen.

Scharlach.

Dass der Scharlach eine contagiöse Krankheit ist, darüber herrscht allgemeine Übereinstimmung. Wir haben aber bisher über das Wesen des Scharlachgiftes noch keine ausreichende Kenntnis. Sehr auffallend ist, dass die vielen Versuche, Scharlach durch Impfung zu übertragen, erfolglos blieben. Sowohl die Impfung mit dem Blut Scharlachkranker als auch Übertragung von Epidermisschuppen hat nur einzelne Erfolge aufzuweisen, denen zahlreiche Misserfolge gegenüberstehen.

Man nimmt an, dass der Infectionsstoff von Kranken auf Gesunde übertragen wird, also immer wieder dieselbe Krankheit hervorruft und im erkrankten Organismus sich reproduciert und vervielfältigt. Es scheint, dass die Blüte des Exanthems das fruchtbarste Stadium für die Ansteckung ist und dass sich der ansteckendste Stoff hauptsächlich nur in der Nähe des Kranken befinde, dass er wenig flüchtig ist, weshalb bei absoluter Isolierung des Kranken mit strengem Abschluss und Vermeidung jeder directen oder indirecten Berührung mit dem Erkrankten weitere Scharlacherkrankungen in derselben Familie und in demselben Hause in der Regel vermieden werden.

Der Scharlach herrscht fast immer epidemisch, doch ist er nicht so häufig und nicht so verbreitet wie Masern und Pocken; es gibt viele Menschen, die nie Scharlach gehabt haben. Der Charakter der Epidemie wechselt sehr. Die Epidemie kann mitunter sehr milde verlaufen, zuweilen wird sie eminent bösartig und die Sterblichkeit ist dann eine große.

Die Scharlachepidemien dauern oft mehrere Monate lang. Das kindliche Alter ist am meisten disponiert (zwischen dem dritten und zehnten Jahre), aber auch Erwachsene bleiben nicht verschont. Säuglinge unter drei Monaten sollen immun sein. Gewöhnlich erlischt die Disposition vollständig, wenn das Individuum einmal Scharlach überstanden hat. Doch kommen mitunter Scharlachrecidiven und auch zweimalige Erkrankungen vor, man will sogar dreimalige Erkrankungen beobachtet haben.

Flecktyphus und Recurrens.

Der Flecktyphus (Hungertyphus, Kerkerfieber), ist eine eminent contagiöse Krankheit, welche stets nur durch ein Contagium verursacht wird. Es fehlt an jeder beweiskräftigen Beobachtung über ein autochthones Entstehen des Flecktyphus.

Es gibt Gegenden, in denen der Flecktyphus niemals sich gänzlich verliert und sporadische Fälle nahezu immer vorkommen; zeitweise steigert sich die Zahl derselben zu kleinen Epidemien und mitunter erfolgt eine weitere Verbreitung von diesen Herden aus als Epidemie; oft geschieht die Verschleppung in weite Ferne hin. In großen Städten sind es namentlich die Herbergen, welche der Pöbel besucht, und die Massenquartiere der armen Bevölkerung, in denen sehr häufig die ersten Flecktyphusfälle auftreten.

Eine sehr große Verbreitung hat der Flecktyphus in Irland. Hirsch sagt: „es ist eine auffallende Thatsache, dass der Typhus dem irischen

Auswanderer wie ein Fluch anhängt und ihm überall hin folgt, wohin derselbe seine Schritte lenkt und wohin er allerdings die in der Lebensweise der unteren Volksclassen seiner Heimat begründeten Misstände mitnimmt". Aber auch andere Länder sind als epidemische Herde zu bezeichnen, so Oberschlesien, Polen, Galizien, gewisse Landstriche in Ungarn und im Orient. Der Flecktyphus kann jedoch in allen Ländern auftreten; denn weder das Klima noch die Lage, weder die Bodenbeschaffenheit, noch die Witterung scheinen einen Einfluss auf das Entstehen und die Verbreitung des Typhus zu üben.

Das erste Erfordernis zum Auftreten des Typhus in sonst freien Orten ist die Einschleppung der Krankheit, die meist durch zugereiste Personen geschieht, aber ebensowohl durch Effecten, die mit Kranken in Berührung waren, erfolgen kann. Die weitere Ausbreitung geschieht um so rascher und sicherer, je mehr die dazu nöthigen Bedingungen im menschlichen Verkehr vorhanden sind. In Häusern und Wohnungen, die mit Menschen überfüllt sind, ist beim Ausbruch einer Flecktyphusepidemie die Zahl der Erkrankungen stets die größte, besonders ist dies dann der Fall, wenn gleichzeitig Schmutz und Elend mitspielen. Deswegen sind Hungersnoth und Kriege der Ausbreitung des Flecktyphus ungemein günstig und dieser Zusammenhang ist schon seit lange allgemein bekannt, so dass man von Hungertyphus, Kerkertyphus und Kriegstyphus spricht.

Was den Infectionsstoff des Flecktyphus anbelangt, so kann derselbe sowohl von dem Kranken, als von allen Gegenständen, mit welchen der Kranke in Berührung kam, ausgehen. Oft genügt ein sehr kurzer Aufenthalt im Krankenzimmer, um Ansteckung zu bewirken. Je geringer der Luftraum für einen Kranken, und je schlechter die Ventilation desselben ist, desto eher überträgt er die Krankheit. Werden mehrere Flecktyphuskranke in einem ungenügend großen und wenig gelüfteten Raum untergebracht, so verläuft die Krankheit viel ungünstiger als bei guter Ventilation und geringem Belag der Zimmer.

Der Ansteckungsstoff kann auch von Personen ausgehen, welche selbst gar nicht an Flecktyphus leiden, aber sich in Verhältnissen befunden haben, durch welche sie Träger des Krankheitsgiftes geworden sind. Dass mitunter die Kleider den Ansteckungsstoff bergen und verbreiten, dürfte wohl angenommen werden.

Zahlreiche Erfahrungen lassen den Schluss zu, dass der Ansteckungsstoff des Flecktyphus auch an Mauern und Holzwerk, Tapeten, Vorhängen und ähnlichen Dingen hafte. Sehr verbreitet ist die Anschauung, dass die Übertragung des Flecktyphuskeimes von Kranken oder inficierten Gegenständen auf Gesunde an eine bedeutende Annäherung gebunden ist.

Eine zweimalige Erkrankung am Flecktyphus kommt vor, ist aber im allgemeinen selten. Die Incubationsdauer schwankt von 5 bis zu 14 Tagen. Das Wesen des Flecktyphusgiftes ist uns bis jetzt völlig unbekannt.

Im vorigen Jahrhundert hat Kutty in seiner „History of diseases of Dublin" 1770 eine bis dahin nicht näher gekannte Krankheitsform den Rückfall-Typhus, welche 1739 epidemisch herrschte, geschildert, Die Krankheit ist exquisit ansteckend; an verschiedenen Localitäten ließ sich die Verbreitung durch irische Auswanderer bestimmt nachweisen. Das

biliöse Typhoid scheint also eine schwere Krankheitsform der febris recurrens zu sein.

Die Recurrens zeigt in ihrem Auftreten eine gewisse Ähnlichkeit mit Flecktyphus. Sie unterscheidet sich aber durch die remittierenden Fieberanfälle Der erste Fieberanfall dauert in der Regel fünf bis sieben Tage, dann folgt eine Zeit, in der sich der Kranke wohler fühlt, eine Remission, die vier bis sieben Tage dauert. Nun tritt wieder ein zweiter Anfall auf, der gewöhnlich milder abläuft, wonach die zweite Remission folgt.

Von Irland aus verbreitete sich diese Krankheit in unserem Jahrhundert mehrmals über Schottland und England und wurde auch nach Amerika verschleppt. Um die Mitte dieses Jahrhunderts, im Jahre 1868, trat sie in Berlin, Breslau auf. Sie nimmt die Form kleinerer und größerer Epidemien an, kommt jedoch auch nicht selten nur sporadisch vor. Die Recurrens befällt alle Lebensalter. Die meteorologischen Verhältnisse, das Klima, die Bodenbeschaffenheit scheinen ganz ohne Einfluss auf das Entstehen und auf die Verbreitung dieser Krankheit zu sein.

Wie beim Flecktyphus zeigt sich auch bei der Recurrens, dass nahe Berührung mit inficierten Individuen am häufigsten die Ansteckung bewirkt; doch sollen auch Gegenstände, welche mit dem Kranken in Berührung waren, dieselbe auf andere Personen übertragen; im allgemeinen ist die Gefahr der Ansteckung geringer als beim Flecktyphus.

Das einmalige Überstehen der Recurrens schützt vor einer zweiten Erkrankung nicht. Als Durchschnitt für die Incubationsdauer werden fünf bis sechs Tage angegeben, doch sind auch erheblich kürzere und längere Fristen notiert.

Die Recurrens ist eine Infectionskrankheit, deren Verlauf in der Regel sich günstiger gestaltet als bei fast allen acuten Infectionskrankheiten. Die Mortalität stieg in einzelnen Epidemien bis zu sieben Procent, für gewöhnlich aber schwankt sie zwischen zwei bis drei Procent, ist also sehr gering.

Ursache der Krankheit ist das rein parasitisch lebende Spirillum Obermeieri; in den Ausscheidungen findet man den Keim nicht. Es ist daher die Ansteckung bei Recurrens schwer begreiflich; es sei denn, dass dieselbe etwa von Hautparasiten (Flöhe u. dgl.), welche Recurrensblut aufnehmen, vermittelt wird. Die Krankheit gedeiht nur dort, wo Schmutz und Unreinlichkeit zur Gewohnheit geworden sind.

Venerische Krankheiten.

Man pflegt venerische Krankheiten jene zu nennen, welche in der Regel durch den Beischlaf übertragen werden, obgleich die Übertragung derselben auch auf andere Weise stattfinden kann; es sind diese Krankheiten: die Blennorrhöen, die ansteckenden Geschwüre (Schanker) und die Syphilis.

Die gewöhnliche Art der Ansteckung durch den Beischlaf bedingt, dass die venerischen Krankheiten ihren Ausgangspunkt meist von den Geschlechtstheilen nehmen, welche durch die Zartheit

ihrer Epithelien, sowie durch die Häufigkeit von Verletzungen zur Aufnahme von Ansteckungsstoffen geeignet sind.

Der Tripper, Schanker und die Syphilis sind specifische parasitäre Krankheiten.

Die Krankheitserreger sind nur von der Gonorrhöe näher bekannt und gezüchtet worden; für den Schanker sind sie ganz unbekannt, bei Syphilis dagegen vermuthet man die Krankheitserreger in feinen Bacillen, die sich durch besondere Farbentechnik in den Herden syphilitischer Erkrankung nachweisen lassen (s. o.).

Unter Schanker verstehen wir eigenthümliche Geschwüre, welche durch Ansteckung entstanden sind und deren Eiter, auf eine Stelle der Cutis übertragen, daselbst wieder einen gleichen Process hervorzurufen vermag. Das Geschwürsecret kann durch die Lymphgefäße resorbiert, bis zu den nächstgelegenen Drüsen geführt werden und daselbst Entzündung, Vereiterung einzelner oder mehrerer Drüsen (Bubonen) bewirken, welche dann gleichfalls ansteckenden Eiter liefern. Wenn auch sehr häufig der Schanker als die erste Erscheinung bei den syphilitischen Erscheinungen auftritt, so dass wir unter zehn Fällen von Syphilis kaum einen finden, welchem nicht nachweisbar ein oder mehrere Schanker vorausgegangen wären, so sprechen doch ganz gewichtige Gründe für die Nichtidentität dieser beiden Erkrankungen. Dass auch ohne Vermittlung des Schankers constitutionelle Syphilis entsteht, ist schon lange bewiesen. Es ist bekannt, dass manche krankhafte Secrete und das Blut syphilitischer Individuen in einem gesunden Körper dieselbe Krankheit zu erzeugen vermögen, dass insbesondere manche Efflorescenzen der Syphilis, wie die Schleimpapeln, als solche übertragbar sind.

Ebenso kann ein Schanker nur dann die Syphilis erzeugen, wenn er syphilitisches Gift enthält.

Man unterscheidet im Verlaufe des Schankers gewöhnlich zwei Varianten: den weichen, nur localen, und den indurierten, von allgemeiner Erkrankung gefolgten Schanker. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass es zwei verschiedene Arten von Schanker gebe, welche nebeneinander, häufig miteinander verlaufen, aber nichts gemein haben, sondern zwei ganz verschiedene Krankheiten darstellen, die nicht ineinander übergehen, deren jede ein Contagium erzeugt und durch dasselbe sich isoliert fortpflanzt.

Die positiven Thatsachen, welche dafür sprechen, dass die Syphilis eine von Schanker vollständig getrennte Krankheit sei und nur wegen der gleichen Art der Übertragung häufig, ja gewöhnlich mit demselben zusammentreffe, sind folgende:

Der Schanker bleibt in der Mehrzahl der Fälle ein locales Leiden. Das Schankergift ist auf Menschen impfbar und erzeugt auf der Haut derselben ein Geschwür, welches wieder ansteckenden Eiter liefert. Viele Hunderte von Schankern wurden eingeimpft, ohne dass je einmal Syphilis folgte, so lange man von den Geschwüren nichtsyphilitischer Personen impfte.

Das Schankercontagium ist auch auf Thiere impfbar und erzeugt auf der Haut derselben ein gleiches Geschwür. Gegen das Contagium der Syphilis sind alle Thiere, an denen bisher eine Impfung versucht wurde, unempfänglich.

An syphilitischen Individuen lässt sich der einfache Schanker ebenso oft vervielfältigen als an gesunden, wie die Versuche der Schankerimpfung zeigen. Derlei Individuen sind aber nicht empfänglich für die Impfungen mit dem Contagium der constitutionellen Syphilis. Die Syphilis macht immun gegen Syphilis, aber nicht gegen Schanker.

Die Gonorrhöe ist gewöhnlich eine Erkrankung von geringer Bedeutung. Langes Bestehen des Trippers kann aber schwere Folgen nach sich ziehen, besonders Verengung der Harnröhre, welche ihrerseits bei dem männlichen Geschlecht mit verhängnisvollen Leiden der Harnwege und Nieren enden kann.

Die meisten Ärzte sind der Überzeugung, dass jedes Weib, dessen genitale Secretionen Tripper hervorrufen, nothwendigerweise selbst Gonorrhöe aus einer inficierten Quelle erworben habe. Wenn auch gewisse genitale Einflüsse von Frauen, bei denen kein Grund vorhanden ist, Gonorrhöe zu argwöhnen, gelegentlich eine blennorrhöische Entzündung der Harnröhre verursachen, so handelt es sich doch nicht um wirklichen Tripper, sondern um Erkrankungen, welche durch die Einwirkung von leukorrhöischen, oder in Zersetzung befindlichen Schleimausflüssen entstanden sind.

Die Empfänglichkeit der einzelnen Individuen für Gonorrhöe ist eine äußerst verschiedene. Der Grund hiefür liegt in der verschiedenen Dicke der Epithelien, in der Weite der Harnröhre, in der

Weite der Ausführungsgänge ihrer Follikel. Alle diese Momente können daher als für die Ansteckung durch Tripperreiter disponierende angesehen werden. Hierzu kommt noch die Art den Beischlaf auszuüben, die Wiederholung desselben, die Unterlassung der Reinlichkeit nach dem Beischlaf. Eine abgelaufene Blennorrhöe macht die Schleimhaut gegen das blennorrhöische Contagium nicht immun, sondern noch mehr disponiert zu einer Infection.

Nicht alle Individuen sind der Gefahr einer Schankerinfection in gleicher Weise ausgesetzt. Die Dicke der Epithelien, die Configuration der Geschlechtstheile, wie ihre Größe, die Länge der Vorhaut, die Straffheit des Bändchens, bei Frauen die Weite des Scheideneinganges, sind Momente, welche die Möglichkeit der Infection sehr begünstigen oder verhindern.

Die Übertragung von Schanker hat uns die Thatsache gelehrt, dass mit der Zahl der eingeimpften Schanker die Empfänglichkeit für das Contagium abnimmt und endlich für eine gewisse Zeit ganz erlischt, und zwar ist dies bei den einzelnen Kranken in höchst verschiedenem Grade der Fall.

Auch die einzelnen Stellen des Körpers sind verschieden empfänglich für die Aufnahme des Schankercontagiums. Derselbe Eiter gibt an den Oberschenkeln ein größeres Geschwür, als am Oberarm; an diesem ein größeres, als an den Seitentheilen der Brust etc. Stellen, wo schon viele Schanker sitzen, sind weniger empfänglich für weitere Infection, als solche, welche zum erstenmal betroffen wurden.

Die Arten der Übertragung sind außerordentlich mannigfaltig, bei weitem am häufigsten geschieht dieselbe durch den Beischlaf, seltener durch Zwischenträger: Pfeife, Trinkglas, Wäschestücke, Aborte.

Die Syphilis ist eine contagiöse Krankheit, deren Ansteckungsstoff erst eine Localaffection (Induration) hervorruft, dann aber ein jahrelanges Siechthum bedingt. Dies äußert sich durch Bildung eigenthümlicher umschriebener Erkrankungen bestimmter Gewebe und Organe, die in schubweisen Eruptionen auftreten. Die Syphilis ist demnach ein schweres Übel, sie wird zu einer constitutionellen, zu einer Allgemeinerkrankung. Sie kann alle Theile des Körpers befallen, die Haut und die Schleimhaut, die Muskeln, die Knochen und die inneren Organe, auch die Sinnesorgane.

Die Übertragung des Syphiliscontagiums geschieht meist durch den Geschlechtsverkehr und Syphilis wird ferner von den Eltern auf die Kinder vererbt. Im ersteren Falle beginnt das Leiden mit der erwähnten Localaffection, welche bei der angeborenen Syphilis, wo die Infection durch Vermittlung des Blutes über den ganzen Körper gleichmäßig stattgefunden hat, natürlich wegfällt. Es sind auch Übertragungen constatiert, die durch Berührung von Gegenständen (Trinkgefäß, Pfeifen, Löffel u. s. w.), an welchen ansteckendes Syphilissecret haftet, mit geeigneten Körperflächen (Schleimhäuten, verletzten Hautstellen u. s. w.) stattfanden. Die Ansteckung kann auch durch das Stillen veranlasst werden, und zwar kann sowohl eine kranke Amme ein gesundes Kind, als umgekehrt ein krankes Kind eine gesunde Amme anstecken. Auch die Impfung kann Anlass zu Syphilis geben.

Die Disposition zur Ansteckung ist eine verschiedene; im allgemeinen schützt zwar keine Constitution, keine Nationalität, kein Alter, aber es gibt in der That Menschen, welche sich ungestraft lange Zeit hindurch der Infection aussetzen können. Aber auch die absichtlich unternommenen Impfungen mit dem Blute Syphilitischer gelingen nicht immer. Wenn Individuen, welche bereits an Syphilis leiden, mit dem ansteckenden Secrete einer syphilitischen Efflorescenz geimpft werden, so bleibt die Impfung jederzeit ohne Erfolg.

Die Schutzimpfung gegen Syphilis, welche besonders Sperino nach dem Vorgang von Anzias Turenne, mittelst fortgesetzter Einimpfung

indurierter Schanker auch bei Gesunden durchführte, hat sich als durchwegs verfehlt erwiesen. Zur Verhütung der venerischen Krankheiten kann nur die energische Überwachung der Prostituierten führen (s. dort).

Die Tuberculose.

Die Schwindsucht ist unter den Gefahren, die uns täglich von Seiten parasitärer Krankheitserreger bedrohen, die größte. Im Gesammtdurchschnitte sterben mindestens 10 bis 12 Procent aller Menschen an Schwindsucht, in manchen Bezirken aber weit mehr, so z. B. in Westphalen bis zu 20 Procent. Trennt man aus der Gesammtsterblichkeitsziffer die Todesfälle unter den Erwachsenen ab, dann zeigt sich, dass die Schwindsucht sogar zwei Drittel der Erwachsenen mancher Orte und Bezirke dahinrafft. Nach den Ermittelungen der Ortskrankencasse zu Crefeld treffen auf 100 Todesfälle.:

Bei Webern	. . .	57	auf Schwindsucht
„ Fabriksarbeitern	.	68	„ „
„ Färbern	. . .	64	„ „
„ Appreteuren	. .	92	„ „

im Gesammtdurchschnitte sind 62 von 100 Todesfällen durch Schwindsucht erzeugt, d. h. doppelt so viel als alle anderen Krankheitsfälle und Unglücksfälle zusammengenommen liefern.

Es ist wunderbar, mit welchem Gleichmuth und welcher Ruhe man der Entwickelung dieser Krankheit zusieht; die Macht der Gewohnheit prägt dieser Seuche den Stempel des Unabwendbaren auf. Das schleichende Siechthum lässt sogar den Tod als Erlösung begrüßen.

Den vollen Einblick in die gewaltige Schädlichkeit der Schwindsucht würde man nur mit Hilfe einer Morbilitätsstatistik erhalten. Wenn schon die Meinungen über die Heilbarkeit der Tuberculose getheilt sind, so ist doch nicht zu bezweifeln, dass es weit mehr „Tuberculöse" gibt, als man nach der Todtenziffer erwarten sollte; denn gerade unter den Phthisikern sterben viele an anderen Krankheiten, die sie noch zu ihren Leiden hinzu acquirieren, und keineswegs wird jede leichte Form der Phthise als solche erkannt.

Tuberculös erkranken kann man nur durch Aufnahme des Tuberkelbacillus, welcher den specifischen Krankheitskeim für die menschliche Tuberculose, wie für die Perlsucht des Rindes darstellt.

Die Saat des Tuberkelbacillus wird reichlichst ausgestreut; nimmt man eine mittlere Krankheitszeit von fünf bis sechs Jahren an, so leben in Deutschland mindestens 800.000 bis 900.000 Schwindsüchtige, welche in beständiger Reproduction des Giftes, dasselbe nach außen hin abgeben. Ausscheidungswege sind die Lunge und der daraus stammende Auswurf, ferner die Fäcalien bei Darmtuberculose oder bei Verschlucken der Sputa, seltener der Eiter aus tuberculösen Geschwüren und der Samen.

Die Gefahr der Übertragung ist bei dem Tuberkelbacillus eine große, da er durch seine Resistenz sowohl im feuchten, wie im trockenen Zustande, und in Concurrenz mit anderen Keimen sich monatelang lebend erhält.

Man hat die Tuberkelkeime durch Untersuchung des Staubes in Krankenzimmern, in welchen Schwindsüchtige lagen oder gelegen hatten, nachgewiesen (Cornet). Sie fanden sich in einer bei Thieren Infection erregenden Masse nur dort, wo auf eine sorgfältige Auflesung der Sputa nicht Rücksicht genommen wurde. Die Ausathemluft des Phthisikers enthält keine Bacillen, nur Hustenstöße lösen sie von den Wandungen ab.

Übertragungen von Tuberculose von erkrankten Menschen auf gesunde hat man öfter beobachtet, z. B. eine durch Anhusten erzeugte Infection der Hornhaut, Übertragung bei dem Aussaugen der Peniswunde nach der Beschneidung, außerordentlich selten bei der Ausführung der Pockenschutzimpfung mit tuberculös inficierter Lymphe.

Die häufigste Übertragungsweise dürfte jedoch die Inhalation von inficiertem Staube sein, am wenigsten bedenklich ist vielleicht der Straßenstaub, bedenklicher der Wohnungsstaub. In Schulen, Spitälern, im Staub in den Eisenbahnwägen, in den Kissen oder Polstern u. s. w. des Bettes (Hôtelbetten) kann der Infectionsstoff abgelagert sein.

Für die Übertragung der Tuberculose besteht aber noch in der Perlsucht der Thiere eine sicherlich manchmal bedeutungsvolle Infectionsquelle.

Die Häufigkeit der Tuberculose beim Rinde hängt vom Geschlechte ab; im Frankfurter Schlachthaus waren (1888 bis 1889) 10·2 Procent aller Thiere tuberculös, und zwar 16·2 Procent aller Kühe, 13·4 Procent der Bullen, 6·3 Procent der Ochsen.

Wichtig ist ferner das Alter der Thiere; die Kälber lieferten nur 0·008 Procent geringgradig tuberculöse. Die größten Verschiedenheiten zeigen sich bei verschiedenen Racen.

Am meisten tuberculös ist das Berliner und Magdeburger Zuckervieh (Stallvieh mit Schlempefütterung) mit 20 Procent, am seltensten ist die Tuberculose bei dem Holsteiner-, Oldenburger-, Schweizer-, Allgäuervieh und der schwäbisch-oberbayerischen Race mit etwas über ein Procent (meist Weidevieh).

Unter 2245 Stück tuberculösen Thieren waren nur in 3 Fällen die Muskeln tuberculös, nur in 11 Fällen das Euter, in 36 Fällen war allgemeine Tuberculose vorhanden; die übrigen Fälle waren meist Tuberculose der Lunge und der Adnexen.

Jedenfalls stellt also in manchen Gegenden das Vieh und dessen Producte eine Infectionsquelle dar. Die Milchdrüsen sind zwar sehr selten direct tuberculös; dagegen hat man aber nachgewiesen, dass bei 55 Procent aller an Tuberculose leidenden Kühen die Milch Tuberkelbacillen enthält (Bollinger).

Man hat früher die Tuberculose für eine ausschließlich vererbbare Krankheit gehalten und diese Thatsache in Millionen von Fällen anamnestisch erhoben, was um so leichter gelingen musste, als überhaupt in vielen Bezirken zwei Drittel der Erwachsenen an Schwindsucht leiden. In diesem Sinne allein vererbbar ist die Krankheit nicht. Zwar gibt es eine congenitale Form der Phthise, allein diese führt schon im frühesten Kindesalter zu Krankheitsprocessen, während man früher die Folgen der Vererbung der Schwindsucht zu Beginn der Zwanzigerjahre erst sehen wollte.

Die Krankheit wird vom Kranken oder dessen ausgestoßenen Krankheitsstoffen oder von den Thieren auf den Menschen übertragen. Bei

richtiger Application des Krankheitsstoffes wird Jeder an Tuberculose erkranken müssen.

Bei der natürlichen Verbreitungsweise der Tuberculose erkennt man aber doch gewisse gesetzmäßige Beeinflussungen der Infection: eine gewisse Disposition zur Erkrankung.

Eine Dispositionsbedingung ist, wie schon seit längerer Zeit bekannt, das Alter; von 100.000 Lebenden sterben zwischen 5 bis 10 Jahren nur 46, im 60. bis 70. Jahr aber 930 (ähnlich bei den Thieren). Die vielfache Gelegenheit zur Infection, welche also die Kinder bei dem gemeinsamen Aufenthalt mit den Eltern haben, erzeugt in dem sich kräftig entwickelnden kindlichen Organismus nur selten eine Ansteckung. Die Übertragung durch Kuhmilch scheint, obschon gerade im jugendlichen Alter weitaus am meisten Milch verzehrt wird, wohl dadurch gemildert, dass man den Kindern im allgemeinen gekochte Milch zu reichen pflegt; die Keime sterben dabei ab.

Nach den Anschauungen vieler Ärzte findet sich die Disposition zu Tuberculose (außer der Altersdisposition) gegeben:

1. Bei Leuten, welche viel an Katarrhen leiden; die Katarrhe können auf ererbter Anlage beruhen. Man trifft Neigung zu Spitzenkatarrhen häufig bei Personen mit schmalem, langem Thorax, kleinem Herz, geringem Blutreichthum und bei geringem Brustumfang. Da die Körperform vererbt wird, so ist die Vorbedingung der Katarrhe und damit der Phthise in diesem Sinne erblich.

Die Katarrhe können aber auch erworben sein, durch die Berufsthätigkeit und den Aufenthalt in Räumen, deren Luft zu Husten reizt.

2. Bei Leuten, welche in drückenden Verhältnissen leben, und deren Körperzustand ein ungünstiger ist. Als Ursache kann angesehen werden, bisweilen eine angeborene Schwäche der Verdauungsorgane, kümmerliche Ernährung (Brot- und Kartoffelkost), abnorme Herabsetzung des Appetits durch zu geringe Pflege des Muskelsystems und andauernder Aufenthalt in der Stube.

Die Berufsdisposition zeigen uns aufs evidenteste die statistischen Ergebnisse: in Italien treffen im Mittel auf 100 Sterbefälle 13·5 Phthisiker. Von 100 Sterbefällen

bei Gelehrten sind	48·4	Fälle Phthise
„ Krankenwärtern	30·8	„ „
„ Färbern, Schustern und Bildhauern	22·5	„ „
„ Schiffern und Landleuten	8·4	„ „
„ Aerten und Predigern	6·0	„ „
„ Bettlern	2·4	„ „

Die Bekämpfung der Tuberculose ist eine der wichtigsten sanitären Aufgaben.

In erster Linie muss die Verbreitung der Keime gehindert werden; die größte Gefahr bildet das Bodenspucken oder ins Tuch spucken. Der Kranke soll seine Sputa in eine Schale entleeren, in der sie dann später durch Carbolsäure desinficiert werden (5procentige Carbolsäure in gleichem Volum den Sputa zuzusetzen und 20 Stunden stehen lassen). Die Wäsche muss rein gehalten und sorgfältig gewaschen werden.

Nach dem Tode des Patienten hat sorgfältige Desinfection des Raumes und der Utensilien einzutreten.

Behufs Meidung der Infection hüte man sich vor Staub; Reinlichkeit der Wohnung ist hier, wie auch bei anderen Infectionskrankheiten die beste Prophylaxe.

Auch bei allen möglichen öffentlichen Einrichtungen sollte man sorgfältig auf Beseitigung von Staub hinwirken; in den Schulen, den Eisenbahnen u. s. w. Die Verbesserung der Wohnungsverhältnisse wird günstig auf die Hebung der Gesundheit wirken.

Die Nahrungsmittel Fleisch, Milch, lassen sich durch ausreichendes Kochen unschädlich machen. Auch im Käse scheint bis zur Zeit des Reifwerden desselben der Tuberkelbacillus getödtet zu werden. Nur beim Genuss der Butter muss man auf die Garantie der Tödtung der Tuberkelbacillen verzichten.

Wichtig ist für junge Leute die richtige Wahl des Berufs.

Zur Hebung und Kräftigung ist namentlich auf eine gute Pflege der Ernährung zu achten und bei den sogenannten sitzenden Berufsarten auf eine Förderung der Muskelthätigkeit während der arbeitsfreien Zeit.

Dort wo Ernährungsanomalien bestehen, wird man auf eine Verbesserung des Körperzustandes durch richtige Wahl der Diät hinwirken müssen.

Die Diphtherie.

Die Diphtherie ist eine Krankheit, welche jedenfalls in der Neuzeit in hohem Grade durch ihre epidemische und pandemische Verbreitung das Interesse erregt hat; die Diphtherie war im 18. Jahrhundert wenig bekannt und ausgedehnt, wenn sie auch vielleicht ein weit höheres Alter als Seuche besitzen mag. In der Mitte dieses Jahrhunderts bestand sie in Frankreich und Russland; ihr Seuchenzug durch Deutschland begann in den Sechzigerjahren. Sie ist jetzt durch ganz Europa, Asien und Amerika bekannt. Außerordentlich heftig waren die Epidemien 1879 in Südrussland. Ein Beobachter drückte sich dahin aus, dass durch die Diphtherie die Kinder damals geradezu verschwanden.

Die Krankheitsursache bedingt der Diphtheriebacillus; seine wechselnde Wirkung, die man in neuer Zeit näher studiert hat, erklärt zur Genüge auch die verschiedene Bösartigkeit der Seuche. Auch wohl den Umstand, dass manche Autoren die Krankheit für wenig, andere für stark ansteckend halten.

Die Verbreitung erfolgt vermuthlich durch die Membranen, Sputa, den Speichel und die damit verunreinigten Gegenstände. Das Gift ist lange haltbar und verträgt monatelang die Austrocknung.

Die Diphtherie befällt vor allem Kinder vom ersten bis zu dem achten oder zehnten Lebensjahre. Wenig gefährdet ist das erste Lebensjahr und tritt sie namentlich im Verhältnis zu den übrigen Erkrankungsfällen sehr zurück. Am häufigsten betrifft sie Kinder im zweiten Lebensjahr. Sie nimmt später und während des schulpflichtigen Alters dann ab. In den jüngsten Lebensjahren sterben mehr Knaben wie Mädchen.

Von den im dritten bis fünften Lebensjahr sterbenden Kindern erliegt ein Drittel bis die Hälfte dieser Seuche.

Die einzelnen Kreise werden sehr ungleich von Diphtherie befallen; im achtjährigen Mittel sterben von 10.000 Lebenden an Diphtherie:

In Heydekrug 72·4, Berlin 14·6, Marburg 10·7 und Montjoie 2·8. In den Städten tritt die Krankheit weniger auf als auf dem Lande. Es sterben von 10 000 Lebenden:

	Königsberg	Danzig	Cassel	Breslau
Stadtkreis	16 7	23·4	7·9	6·3
Landkreis	40·2	38·0	12·4	8·3

Man will gewisse klimatische Einflüsse auf die Häufigkeit der Diphtherietodesfälle gefunden haben; in Preußen haben die östlich gelegenen Provinzen mit rauherem Klima mehr Diphtheriefälle als die westlichen. Außer der Temperatur glaubte man einen Einfluss in den Feuchtigkeitsschwankungen der Atmosphäre zu finden, welche durch Wechsel der Feuchtigkeit der Schleimhäute der Lungenwege dem Krankheitserreger den Eintritt ermöglichen sollen. Der sichere Nachweis für diese Beziehungen steht aber noch aus.

Die Verbreitung der Seuche kann bekämpft werden durch Isolierung der kranken Kinder, Desinfection der gebrauchten Gegenstände; ferner im allgemeinen dadurch, dass man auf größte Reinlichkeit der Spielsachen sieht und in der Erziehung darauf hinwirkt, dass bei den Kindern der Trieb, alle möglichen Gegenstände in den Mund zu stecken, raschestens unterdrückt wird.

Typhus.

Der Abdominaltyphus ist eine in ganz Europa und außerhalb verbreitete Seuche; nur die Tropenzone soll von demselben weniger häufig befallen sein. In Deutschland war derselbe namentlich in den größeren Städten vor mehreren Jahrzehnten recht häufig, ist indes jetzt zurückgegangen. Trotz der weiten Verbreitung und der häufigen epidemischen Verbreitung der Krankheit hat man pandemische Wanderungen des Typhus nie wahrgenommen (Hirsch).

Der Krankheitsträger ist der Typhusbacillus, dessen Eigenschaften wir früher schon angeführt haben. Ausgeschieden werden die Keime mit dem Koth. Doch glückt es keineswegs in jedem Falle sie dort zu finden, noch auch scheinen sie sehr reichlich ausgeschieden zu werden (Fränkel und Simmonds, Seitz, Pfeiffer u. A.). Ebenso verhält es sich mit dem Harne. Genaue Kenntnisse über die Quantität der ausgeschiedenen Keime fehlen noch ganz. Sind aber die Keime in den Ausscheidungen vorhanden, dann kann ihre weitere Verbreitung eine sehr vielfältige sein. Sie wandern nach den Gossen, Canälen, auf die Erdoberfläche; mit den Reinigungswässern aus den Waschküchen gleichfalls nach den Wasserläufen und dort, wo locale Wasserversorgung besteht, erreichen sie wohl auch die Kesselbrunnen. Im Wasser (namentlich in kühlem) ist ihr Aufenthalt zwar ein längerer als jener der Kommabacillen; sie vermehren sich aber nicht und sterben in einigen (etwa in sechs) Tagen

ab. Auf dem Boden werden sie sicher conserviert und können sich bei geeigneten Umständen auch vermehren. Sie sind Saprophyten und wachsen auf allen möglichen Nahrungsmitteln: Kartoffelabfällen, Brot, Fleisch u. dgl., deren Reste der Boden in der Nachbarschaft der Wohnungen genügend oft enthält. Der Fäulnis widerstehen sie Monate lang und ebenso lang der Austrocknung, obschon sie keine Sporen bilden.

Die Bodentemperaturen erreichen zu den verschiedensten Zeiten des Jahres eine für ihre Entwickelung hinreichende Höhe. Die Temperaturen bleiben bei Trinkwasser meist niedrig. Alles dies zusammengenommen zeigt, dass die Aussaat über die Erdoberfläche weit mehr Wahrscheinlichkeit der Erhaltung und Vermehrung und der unbemerkten Wanderung der Keime als eine andere Art der Verbreitung gewährleistet.

Ob den Typhusbacillen nicht etwa eine weitere Verbreitung als gewöhnliche Saphrophyten zukommt, ist weder erwiesen, noch widerlegt.

Wenn nun die Ausbreitung und Verunreinigung des Bodens eingetreten ist, so gibt es mancherlei Wege, die von dort nach den Menschen führen. Der Staub kann auf Nahrungsmittel, durch die Athmung u. s. w. die Keime zuführen.

Die Möglichkeiten der Verbreitung von Typhuskeimen, die man sich durch theoretische Erwägungen ausdenken kann, sind sehr zahlreiche. Es ist aber bei dem raschen Wechsel, den unsere Kenntnisse über die Beobachtungen der Mikroorganismen durchmachen, große Vorsicht in diesen theoretischen Deductionen nothwendig. Es frägt sich, für welche Art der Verbreitung die im Verlaufe der Epidemien gewonnenen Thatsachen sprechen.

Das Studium des Epidemienganges ist gerade bei dem Typhus außerordentlich schwierig, speciell soweit es sich um die unmittelbaren ätiologischen Beziehungen handelt; denn einerseits ist er eine endemische Seuche, für die sich offenbar weit verbreitet die Keime finden, und anderseits hat er ein sehr lange dauerndes Incubationsstadium von 20 bis 21 Tagen im Mittel; im Minimum von 1 bis 28 Tage als Maximum, d. h. also, nach eingetretener Erkrangung kann die krankmachende Ursache mindestens an 27 verschiedenen Tagen eingewirkt haben. Mann erkennt, dass dies jede wissenschaftliche Untersuchung erschwert. Wenn auch in einem gegebenen Fall durch eine einmalige starke Infection eines Brunnens mit Typhusbacillen eine Ansteckuug hervorgerufen worden war, so würde man zur Zeit der Erkrankung des Individuums — und früher sucht man im allgemeinen nicht — doch keine Keime mehr finden. Und wenn man sie findet, dann brauchen sie wiederum nicht nur Zeit der Infection vorhanden gewesen zu sein.

Hinsichtlich der Übertragung des Typhus vom Kranken auf den Gesunden herrscht zwar keine vollkommene Übereinstimmung, aber doch insoweit, als wenigstens Niemand den Abdominaltyphus für eine leicht ansteckende Krankheit halten wird. In der ärztlichen Praxis bemerkt man zwei getrennte Verfahren, nach denen der Typhuskranke als Infectionsträger behandelt wird: in manchen Spitälern wird er strenge isoliert: an anderen je nach den freien Betten den verschiedensten Sälen zugetheilt.

Die Typhusfälle trifft man namentlich dort, wo derselbe endemisch ist, in den verschiedensten Häusern einer Stadt in Behandlung und die Krankenpfleger im Verkehr mit ihren Bekannten, ohne dass in der Regel eine zweite oder weitere Erkrankungen beobachtet werden. Als Grund dieser mangelnden Weiterverbreitung könnte die mangelnde individuelle Disposition angesehen werden; dies trifft sicher nur in wenigen Fällen

zu. Freilich sieht man bei Jenen, welche den Typhus überstanden haben, eine in der Regel fünf bis zehn Jahre währende Immunität sich erhalten, wenn schon auch bisweilen nach viel kürzerer Zeit Recidive beobachtet werden; von einer vollkommenen Durchseuchung einer Bevölkerung als eines die Verbreitung des Typhus hemmenden Momentes wird kaum irgend wo gesprochen werden können. Vom Typhus wird nicht jede Altersclasse gleichmäßig befallen; als besonders disponiert gelten jene zwischen 20 bis 30 Jahren.

Möglicherweise spielt bei der Verbreitung die Quantität und Virulenz der ausgeschiedenen Keime eine Rolle; doch fehlt es zur Zeit an Kenntnissen hierüber.

Die Verbreitung des Typhus zur Epidemie kann man nie, mit diesem Wege der Ausbreitung von Person zu Person in Verbindung bringen. Man hat daher nach anderen Veranlassungen gesucht und eine Reihe von Typhusepidemien als Trinkwasserepidemien geschildert. Es ist eigenthümlich, dass man sich auch heutzutage, wo doch die Biologie des Krankheitserregers näher bekannt ist, von dieser Anschauung nicht trennen kann, obschon die Wege, auf denen wenigstens der Typhusbacillus verschleppbar ist, so mannigfaltige sein können. Eine große Zahl der hierhergehörigen älteren Beobachtungen über Trinkwasserinfection haben keinerlei wissenschaftliche Bedeutung; weit wichtiger erscheint, dass man in jüngster Zeit in mehreren Fällen, in welchen Typhuserkrankungen eingetreten sind, in dem Wasser, welches verwendet wurde, Typhusbacillen gefunden haben will. Freilich reduciert sich die Anzahl der Fälle, wenn man genauer zusieht, ob die gefundenen Bacillen durch Culturmethoden etwa als Typhusbacillen sichergestellt worden sind, sehr und obendrein bliebe noch zu erweisen, ob die Typhusbacillen zu jener Zeit, als die Infection erfolgte, im Wasser schon vorhanden waren, oder ob sie nicht erst später in das Wasser gelangt sind, vielleicht — dies ist ja bei Brunnen nicht ausgeschlossen — gerade durch die Entleerungen des untersuchten Krankheitsfalles selbst.

Die Möglichkeit der Wasserinfection haben wir übrigens oben schon angeführt; dieselbe wird allenfalls am leichtesten bei schlecht verwahrten Kesselbrunnen eintreten können. Erwiesen ist dieselbe bis jetzt nicht. Es ist ein verhängnisvoller Irrthum, wenn man von dem Gespenst der Wasserinfection fasciniert, alle übrigen Ursachen übersieht; in neuerer Zeit hat man wenigstens daran gedacht, auch der Möglichkeit der Verbreitung durch Milch ein Augenmerk zu schenken, ohne dass man indes überzeugende Beobachtungen anführen könnte. Die centralen Quellwasserleitungen der großen Städte bieten meist keine Möglichkeit der Infection.

v. Pettenkofer hat zuerst überzeugend dargethan, dass Typhusepidemien jahrzehntelang entstehen und vergehen können, ohne dass die Wasserversorgung oder Wasserinfection irgendwie in Frage käme. Die letztgenannten Thatsachen zwingen zu der Anschauung, es möchten für die epidemische Verbreitung, ähnlich wie für die Cholera, Bedingungen in Frage kommen, welche außerhalb des Kranken liegen. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit gewinnt diese Anschauung durch die Beobachtungen, dass eben der Typhusbacillus unter Bedingungen saprophytisch sich vermehrt, welche in unserem Klima und unter den sanitären Verhältnissen, in welchen die Menschen leben, gegeben sind. Zwar sind die Angaben über das Auffinden der Bacillen in der Umgebung der

Menschen zur Zeit noch dürftig und beschränken sich auf wenige Befunde im Boden (Tryde, Macé, Schottelius).

Die Epidemien an Typhus zeigen zeitliche Schwankungen, die aber nicht an allen Orten (etwa wie bei der Cholera) dieselben sind. Um zu erfahren, wann im allgemeinen die Infectionen bei einer Epidemie eingetreten sind, deren Todesfälle man kennt, muss man die mittlere Krankheitsdauer, sowie das Incubationsstadium in Rechnung ziehen. Führt man diese Rechnung durch, so findet man, dass die Epidemien zwischen Juli bis December entstehen.

Im Juli	bis August	in	Chemnitz
„ August	„ September	„	Berlin, Breslau, Frankfurt a. M., Kopenhagen
„ September	„ October	„	Leipzig, London, Paris
„ October	„ November	„	Hamburg, Stuttgart
„ December	„ Januar	„	Prag, München.

Von einem Einfluss der Temperatur kann mithin nicht gesprochen werden. Eine sichere Gleichzeitigkeit zeigen aber die Typhuserkrankungen mit den Stand des Grundwassers; letzteres ist, wie früher auseinandergesetzt wurde, im Steigen und Sinken ein Maßstab für das dem Boden durchströmende Wasser, also für steigenden und sinkenden Feuchtigkeitsgehalt der Erdoberfläche, der ja keineswegs allein von der Regenmenge abhängig ist. Die Regelmäßigkeit der Schwankungen von Typhus und Grundwasser ist durch so viele Beobachtungen sicher gestellt, und zwar für München, Berlin, Prag, Salzburg, dass über die Beziehungen kein Zweifel herrschen kann.

Bei steigendem Grundwasser nimmt die Zahl der Typhusinfectionen ab, bei sinkendem zu (v. Pettenkofer, Buhl). Der nähere Zusammenhang mit der Entwickelung oder Verbreitung des Infectionsstoffes liegt also höchst wahrscheinlich in der Bodenfeuchtigkeit. Erhöhte Trockenheit des Bodens stellt ein für die Entwickelung von Epidemien günstiges Moment dar. Die Schwankungen des Grundwassers sind an sich vollkommen gleichgiltig, wenn nicht die Typhusbacillen in einer Örtlichkeit vorhanden sind.

Es ist einleuchtend, wenn in der Bodenfeuchtigkeit ein Moment für die Entwickelung von Epidemien zu suchen ist, dass dann dieses Moment ein immerwährend wirkendes sein wird, auch wenn sich an einem engbegrenzten Orte solche Schwankungen finden, die sich im Gange des Grundwassers, das ja nur die Feuchtigkeitsverhältnisse einer großen Bodenstrecke anzeigt, nicht ausprägen.

Man hat den Einfluss der Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit auf den Typhus so verwerten wollen, dass man sagte, bei fallendem Grundwasser sei das Gefälle der aus den Senkgruben ausströmenden mit Typhuskeimen verunreinigten Jauche lebhafter als sonst. Diese Anschauung ist eine durchaus irrige; das was aus einer Senkgrube durch Undichtigkeiten ausströmt, hängt von der in der Senkgrube stehenden Flüssigkeitssäule, nicht aber von dem oft 10 bis 30 Fuß tieferen Grundwasserspiegel ab.

Bei dem Typhus erkennt man nicht selten ein typisches Ergriffenwerden bestimmter Häuser, sowie das Freibleiben von Erkrankungsfällen anderer und diese Unterschiede kehren mit großer Regelmäßigkeit in verschiedenen Epidemien wieder.

Die Maßregeln, welche gegen die epidemische Ausbreitung des Typhus zu nehmen sind, erweisen sich durch zahlreiche Beobachtungen

erprobt. In erster Linie steht eine geeignete Fürsorge für öffentliche Reinlichkeit, richtige und zweckmäßige Beseitigung der Abfallstoffe. Mit Durchführung dieser Maßregel ist der Typhus aus manchen Orten geradezu verschwunden.

Ein wichtiger Centralpunkt der Typhusepidemien, der seinesgleichen kaum fand, war München. In den Fünfzigerjahren war die Sterblichkeits- wie Erkrankungsziffer eine ganz ungeheure: im Jahre 1858 starben nicht weniger als 334 pro 100.000 Einwohner an der Seuche. Durch die Verbesserung der Bodenreinheit, Dichtmachen der Senkgruben, Ausdehnung der Canalisation ist die Stadt allmählich typhusfrei geworden. Im Jahre 1887 starben von 100.000 Einwohnern nur zehn an Typhus, also dreiunddreißigmal weniger wie 1858. Ähnliche, nur nicht so gewaltige Unterschiede hat man auch in anderen Städten gesehen.

Die Bedeutung dieses Erfolges ist eine weittragende. Trotzdem in München also auch heutzutage — allerdings nur wenige — Typhusfälle noch beobachtet werden und obschon selbstredend diese Kranken im freien Verkehr mit ihren Bekannten stehen u. s. w. bleibt jedwede epidemische Verbreitung des Typhus vollkommen aus; auch ein Beweis, dass die von dem Kranken abgegebenen Krankheitsstoffe zur Erzeugung einer Epidemie nicht genügen.

Die Verbreitung des Typhus fand in früheren Zeiten vielfach von den größeren Städten nach der Umgegend statt; mit der Ausrottung solcher specifischer Typhusnester hebt sich auch der Gesundheitszustand der Umgegend.

Die Pflegung eines Typhuskranken verbreitet nur in seltenen Fällen zwar die Krankheit; da unter geeigneten Umständen der Kranke den zum Ausbruch einer Epidemie genügenden Impfstoff aber abgeben kann, wird man speciell bei den ersten eingeschleppten Fällen auf die Desinfection der Abgänge Rücksicht nehmen müssen.

Die Verbesserung der Wasserversorgung bleibt unter allen Umständen eine wichtige sanitäre Maßregel. Auf Dörfern und bei localer Wasserversorgung wird man nicht umhin können, der Dichtheit der Kesselbrunnen mehr Aufmerksamkeit zu schenken wie bisher. Manche dieser letzteren stellen — auf dem Lande wie in Städten — oft nichts weiter dar als eine Schlammgrube, nach der unter Umständen das Wasser, welches im Umkreis des Brunnens den Boden benetzt, zusammenläuft.

Cholera.

Die Cholera ist eine wahrscheinlich seit den ältesten Zeiten in Indien, und zwar in der Gangesniederung einheimische Seuche, die durch Aufnahme der Kommabacillen, deren Eigenschaften wir früher beschrieben haben, hervorgerufen wird.

Die Krankheitserscheinungen sind von verschiedener Schwere. Bei der typischen Cholera treten zunächst unbestimmte Prodromalerscheinungen auf, Schwindel, Ohrensausen, Kälte der Hände und Füße, Herzklopfen, Kollern im Leib und dann die sogenannte prämonitorische Diarrhöe.

Der Choleraanfall, meist Nachts beginnend, charakterisiert sich dann durch Erbrechen und Durchfälle, die eine reiswasserähnliche, graue Farbe haben. Nach wenigen Stühlen verstärktes Ohrensausen, Schluchzen, Muskelschmerz und Wadenkrämpfe treten hinzu.

Die Stimme wird heiser (Vox cholerica), die Harnsecretion sistiert, die Haut wird cyanotisch und trocken, erhobene Falten bleiben stehen.

Unter verstärkten Muskelschmerzen, quälendem Durst, Krämpfen, aber ungetrübten Bewusstsein beginnt die Eigentemperatur zu sinken (Stadium algidum); dann tritt der Tod ein.

Bei der Cholerine sind alle Erscheinungen gleich jener der Cholera, doch fehlt das Stadium algidum; die leichteste Form, die Choleradiarrhöe, zeigt Erbrechen und Diarrhöe, keine weiteren Symptome.

Die Cholera nostras hat nichts mit echter Cholera zu thun. Die Mortalität betrug bei Cholera in den Epidemien aller Länder im Großen und Ganzen 60 Procent, mit nur sehr geringen Schwankungen.

Die Incubationszeit beträgt nach Günther 1 bis 17 Tage, im Mittel 6 Tage nach Gruber 1 bis 15 Tage, im Mittel 5·5 Tage.

Die Cholera ist für Deutschland, wie die übrigen Länder der Welt, die Gangesniederung ausgenommen, eine importierte Seuche, welche nach oftmaligem Seuchenzug stets wieder zum Erlöschen kam.

Sie tritt aber bei uns, wenn sie eingeschleppt ist, ebenso heftig und verheerend auf, wie in ihrer Heimat. Im Mittelpunkt des endemischen Gebietes sterben von 10 000 Lebenden in Kalkutta 25·22, in Noakhally 49·5, in Dinagpore 6·0. Im Kreise Leobschütz in zwölf Epidemiejahren durchschnittlich 33·4, in Neisse 29·7, in Oberbayern 25·9.

Die Tendenz zum Wandern zeigt die Cholera erst seit Anfang dieses Jahrhunderts. Im Frühling 1817 trat sie am Bramaputra auf, durchzog Niederbengalen wie Kalkutta, im März 1818 Hindostan, Dekhan, die östlichen und westlichen Theile Indiens, dann die nördlichen bis gegen das Pandjab.

1818 überschritt sie auch zum erstenmale ihr Heimatgebiet und griff auf Ceylon über und nun legte sie im raschem Fluge weite Strecken zurück. 1820 erschien sie in Zanzibar, auf den Molukken, Philippinen, in China, 1822 in Nagasaki. Aber auch nördlich drang sie in diesen Jahren weiter. Nachdem sie 1821 an die persische Küste und Bagdad vorgerückt war, verbreitete sie sich 1822 in Vorderasien bis Syrien, und 1823 durch Persien auf russisches Gebiet nach Transkaukasien, Tiflis und Baku von da nach Astrachan an der Wolga, wo sie während des Winters erlosch. Dies war die erste Pandemie, die also den Zeitraum von 1817—1823 umfasste.

Die zweite Pandemie 1826 bis 1837 sollte Europa verhängnisvoll werden; 1826 rückte die Seuche in allmähligen Vorstößen nach Lahore, nach Chiwa und erreichte 1827 in Orenburg die europäische Grenze, wo sie 1830 erlosch. Zu gleicher Zeit hatte sie Persien durchzogen, und war 1830 an den Ufern der Wolga in Astrachan angelangt und erreichte tief im Innern Russlands Nowgorod. Nach einer kurzen Pause während des strengen Winters trat sie im Frühjahr 1831 wieder in Russland auf und kam von da auf zwei Wegen nach Deutschland, von Warschau über Kalisch nach Posen, durch russische Kriegsschiffe nach Danzig, und über die galizische Grenze drang sie in Österreich ein. Die Wanderzüge waren sehr mannigfaltige; sie drang von Hamburg aus 1831 nach England, 1832 von England nach Frankreich und von dort nach Belgien, Luxemburg und die Niederlande. Im gleichen Jahre wurde auch Amerika durch irische Einwanderer in Canada inficiert. 1833 entwickelte sie sich in Portugal und Spanien, 1834 in Südfrankreich. 1835 bis 1836 in Italien, 1837 drang sie nochmals von Triest aus nach Österreich und nördlich weiterziehend nach Süddeutschland, das bis dahin verschont geblieben war.

Auch die dritte Pademie 1846 bis 1863 nahm von Indien den Landweg nach Europa und drang durch Russland in Deutschland ein, wo sie den Süden und Südwesten während des ersten Theiles der Pandemie verschonte. Im Jahre 1850 war allenthalben ein gewisser Stillstand eingetreten und nur kleine Seuchenherde zu verzeichnen, die sich dann mehrten und einen neuen heftigen Ausbruch hervorriefen, der dann auch die bis dahin verschonten Gebiete Deutschlands betraf. Eine vierte Pandemie erstreckte sich auf die Jahre 1863 bis 1875, eine fünfte begann mit dem Jahre 1883.

Die Cholera wird, wie sich ausreichend durch Beobachtungen zeigen lässt, durch den Verkehr von Ort zu Ort gebracht: doch

ist es nicht der Schwerkranke, der sie verschleppt, denn ein solcher ist überhaupt nicht reisefähig, sondern die an Cholerinen oder Choleradiarrhöen Leichterkrankten, ja selbst anscheinend völlig Gesunde verschleppen die Krankheit.

Die Cholera erlischt aber überall; wo sie außerhalb Indiens aufgetreten ist, auch in tropischen Gegenden nach kurzer Zeit: dies könnte man sich zunächst durch die Durchseuchung aller empfänglichen Individuen erklären. Dies trifft aber nicht zu. Im endemischen Gebiete fallen Jahr für Jahr mit großer Regelmäßigkeit die Opfer und heftige Epidemien können Jahre andauern, ohne sich wegen Durchseuchung der Bevölkerung zu beschränken.

Es muss also neben der Verbreitung der Kommabacillen und neben der Empfänglichkeit der Individuen noch eine dritte Bedingung geben, welche die Ausbreitung derselben möglich macht, und wo sie fehlt, sie vernichtet. Die Natur der Sache lenkt die Aufmerksamkeit auf die Verhältnisse der saprophytischen Erhaltung des Kommabacillus. Auf eine solche weisen auch alle anderen Beobachtungen: die man gemacht hat, hin. Es kehrt das, was die großen Seuchenzüge in toto lehren, im Rahmen der kleinen Epidemien wieder.

Die Cholera wird durch den Verkehr verbreitet, aber trotzdem überschreitet sie die Grenzen des endemischen Gebietes nur zeitweise; der Verkehr allein bestimmt noch nicht die Verbreitung und die Häufigkeit desselben und Raschheit drückt sich nicht in dem Fortschreiten der Pandemien aus.

Diese seit den 30 Jahren bekannte Thatsache der Besonderheiten und die launenhafte Verbreitung der Cholera lassen sich durch Zufälligkeiten den Infection, durch die persönliche Disposition, die allerdings eine verschiedene, für die späten Altersklassen erhöhte ist, oder durch geringfügige Unterschiede der Lebensgewohnheiten (Reinlichkeit, Unreinlichkeit) nicht erklären: denn die Ungleichheiten bestehen in Indien, bei den Kosaken, in Deutschland wie in England, und trotzdem überall in allen Ländern dieses oftmalige Vermeiden der durch den Hauptverkehr angedeuteten Wege der Ansteckung. Da die Kommabacillen auf allen möglichen Substraten und Nahrungsmitteln gedeihen und von den Kranken in enormer Menge ausgestoßen werden, und die Empfänglichkeit für Cholera eine ziemlich allgemeine ist, haben diese Unregelmäßigkeiten doch etwas sehr Auffälliges. Wenn man aber zunächst auch auf die directe Verbreitung der Cholera von Mensch zu Mensch kein Gewicht legen sollte, sondern die Verbreitung durch Zufälligkeiten in der Verunreinigung des Trinkwassers als die Hauptsache hinstellen wollte, so stünde diese von Manchen acceptierte Theorie wie mit den Thatsachen, so auch zu dem bekannten Verhalten der Kommabacillen zum Wasser ganz im Gegensatz. Da der Ansteckungsstoff der Cholera die Kommabacillen sind, so wird man dieselben freilich ebensogut mit einem Schluck Wasser, wie mit einem Schluck Milch oder durch einen Athemzug staubiger Luft beziehen können; aber eine größere Wichtigkeit kann bei uns doch der Verbreitung mit Wasser nicht zugestanden werden, weil alle Untersuchungen gezeigt haben, dass bei niederer Temperatur die Kommabacillen, die man selbst in größerer Menge im Wasser ausgesät hat, rasch absterben.

Wenn man die Beobachtungen über directe Übertragung von Cholera auf den Gesunden sammelt, muss man es auffällig finden, wie wenig Ärzte und Wärter erkranken, obschon diese in höchstem Grade durch Übertragung gefährdet sind und ebenso widersprechend erscheint die Seltenheit, mit welcher Choleraerkrankungen unter einer Schiffsbevölkerung, die in engem Contacte miteinander bleibt, sich ausbreiten. Es weist uns dies aufs Deutlichste darauf hin, dass die indirecte Ansteckung weit wirksamer sein muss für das Entstehen von Epidemien, als jene durch den Contact mit dem Kranken entspringende. Das ließe sich dadurch erklären, dass man im Verkehr mit Cholerakranken eine gewisse Vorsicht und eine aus dem Reinlichkeitsgefühl entspringende Achtsamkeit vor Beschmutzung mit dem Erbrochenen und den Reiswasersstühlen nicht aus dem Auge lässt, oder dass doch wenigstens die auf directem Wege eingeführte Menge von Infectionsstoff gering sein dürfte, ferner durch den Umstand, dass die Dejectionen der Cholerakranken feucht sind und nicht leicht zerstäuben, oder doch schon vor dem Zerstäuben aus den Wohnräumen entfernt werden, während sie auf die Erde gegossen oder auf Wäsche haftend, lufttrocken werden und weggeweht werden könnten. Diese Erklärungsversuche reichen aber nicht hin. Man weiß, dass die Cholera, wo sie auf tritt, eine ausgesprochene zeitliche Dispositon zeigt, d. h. dass die Cholerafälle nur zu gewissen Monaten beobachtet werden. Die zeitliche Disposition ist in Indien in dem Regenfalle zu suchen, denn die Temperaturunterschiede sind wohl zu gering, um dort in Frage zu kommen. Auch in Deutschland ist in allen Epidemien die zeitliche Disposition ausgedrückt. Die Choleratodesfälle vertheilen sich in allen Epidemien auf die einzelnen Monate in Preußen folgendermaßen:

April . . .	0	October .	210
Mai	2	November .	106
Juni	26	December .	44
Juli	50	Jänner . .	14
August . . .	202	Februar .	4
September . .	338	März . .	2

Der Verlauf erinnert einigermaßen an die früher gegebenen Darstellung der Mortalität der Kinder an Sommerdiarrhöen.

Es ließe sich denken, die zahlreicheren Fälle in den Sommermonaten wären etwa auf eine besondere günstige persönliche Disposition um diese Zeit zurückzuführen, z. B. auf den Genuss von ungekochten Speisen, Früchten, auf disponierende Darmkatarrhe, das sind aber alles Ursachen, die unmöglich allein diese hochgradige Mehrung erklären. Ein umfassendes Moment scheint zur Erklärung des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens zu bieten; die Cholera tritt meist auf bei fallendem Grundwasserstand, d. h. sie tritt auf, wenn nach vorher feuchtem Wetter einige Zeit hindurch trockenes Wetter geherrscht hat.

Das an verschiedenen Orten ungleich heftige oder milde Auftreten der Cholera hat man auf locale Bodenverschiedenheiten zurückgeführt. Begünstigend für das Auftreten wirkt ein poröser und von Schmutz durchtränkter Boden, ungünstig der Moorboden, etwas erhöhte Lage ist günstiger als Tieflage. Gehemmt wird das Auftreten

der Epidemie durch gut durchgeführte sanitäre Maßnahmen. Wasserversorgung und Canalisation u. s. w. Durch das Zusammentreffen einer Reihe der eben genannten Umstände entstehen Cholera immune Orte.

Auch für diese Thatsachen ist im allgemeinen leicht ein Verständnis zu gewinnen; in schmutzigen Orten herrscht offenbar die Sitte allen Unrath in der Nähe des Hauses unterzubringen, ohne weitere Fürsorge für denselben. Die öffentliche Reinlichkeit, wo sie für den Zustand des Bodens manifestiert wird, ist immer ein Maßstab für die häusliche Reinlichkeit. Wenn Moorboden hinderlich wirkt, so erklärt sich dies aus der Rascheit, mit welcher die Kommabacillen auf Torf absterben u. s. w.; durch alle angeführten Thatsachen wird man also immer wieder auf eine außerhalb der Menschen gelegene Mitwirkung bei dem Entstehen einer Choleraepidemie hingewiesen.

Es ist schon öfter versucht worden, die Verbreitungsweise der Cholera zu erklären; eine Theorie muss allen Thatsachen genügen. Eine aus dem epidemiologischen Verhalte der Cholera abgeleitete, hat Pettenkofer gegeben; er ließ den supponierten Cholerakeim nicht direct ansteckend sein, sondern dieser wurde erst durch den Aufenthalt im Boden in einen inficierenden Stoff umgewandelt. Die Entwickelung des Cholerakeimes im Boden ist abhängig von der Natur des Bodens und den atmosphärischen Bedingungen, Wärme, Feuchtigkeit. In der That ist diese Theorie allen epidemiologischen Befunden über die Eigenart der Verbreitungsweise der Cholera gerecht geworden.

Eine andere Erklärungsweise auf Grund der Untersuchungen der Eigenschaften des Kommabacillus gibt neuerdings Hüppe.

Die Kommabacillen treten nach seinen Beobachtungen äußerst virulent aus dem Körper der Kranken aus, sie vermögen aber trotzdem nur ausnahmsweise anzustecken, weil sie durch das anaërobe Wachsthum im Darm sehr empfindlich gegen den Einfluss von Säuren geworden sind, und wenn sie etwa mit Speisen u. dgl. in den Magen gelangen im normalen Magensaft getödtet werden. Nur bei besonders disponierten Personen, etwa solchen mit Magenkatarrh würde der Giftstoff haften, d. h. die Cholera direct übertragen werden.

Gelangen aber die Kommabacillen auf den Boden, oder auf andere Gegenstände (Wäsche), auf denen sie sich erhalten können, so nimmt in aërobem Wachsthum ihre Virulenz ab, aber ihre Resistenz gegen schädigende Einflüsse zu. Durch den Staub verweht und mit der Athmung oder den Nahrungsmitteln in den Magen gelangend, sind sie nun infectionstüchtig.

Die beständige Erhaltung der Cholera im endemischen Gebiete, weist darauf hin, dass dortselbst die Bedingungen des saprophytischen Wachsthums des Kommabacillus außerordentlich günstig sind: nach den localen und meteorologischen Verhältnissen des Heimatgebietes der Cholera ist dies vollkommen verständlich.

Zur Bekämpfung der Cholera wird man zunächst die Verbreitung des Keimes hemmen müssen, durch Venichtung der Abgänge und Desinfection der damit beschmutzten Gegenstände: der praktische Nutzen dieser Maßregel wird aber bezweifelt, da dieselbe nie streng allgemein durchzuführen ist. Ein großer Theil der Cholerinen und Choleradiarrhöen entzieht sich naturgemäß dieser Sicherheitsmaßregel

Ganz unwirksam sind erfahrungsgemäß die Absperrungsmaßregeln, Grenzsperren, Visitationen der Eisenbahnwagen; ein Schwerkranker, dem man die Cholera leicht ansieht, reist nicht und leichtere Fälle, die ebenso ansteckend sind, erkennt man nicht.

Von Erfolg scheint noch am meisten die Hebung der öffentlichen Reinlichkeit, Fürsorge für eine gute und reichliche Wasserversorgung zu sein.

Malaria.

Die Malaria wird hervorgerufen durch Einwanderung der Malariaparasiten in den Körper. Die Wege der Infection sind aber unbekannt. Die Malaria muss als eine echte Bodenkrankheit bezeichnet werden, da die Menschen nur an bestimmten Orten von dieser Krankheit befallen werden und sie durch Menschen nicht verschleppt wird.

Man hat aber doch schon mehrfach unter heftiger Zunahme der Malariaerkrankungen im endemischen Gebiet Pandemien entstehen sehen. Die jüngste dieser Pandemien war 1866 bis 1872 im weiten Umfang in Europa und Indien verbreitet.

Die Malariaorte sind meist seit Alters her bekannt; doch hat man auch das Entstehen von Malaria beobachtet; in Frankreich nach Anlegung der Blutegelsümpfe, in Oberitalien seit Einführung der nur bei intensiver Berieselung durchführbaren Reiscultur, aber ebenso, unter dem Einfluss geeigneter Maßnahmen, die Ausrottung der Malaria.

Die Ausrottung verläuft meist langsam durch einen Zeitraum vieler Jahre zugleich mit Änderung des Krankheitsverlaufes. Die bösartigen Fieber gehen allmählich in mildere Formen, schließlich in Fieber, deren Charakter unbestimmt wird und deren Natur nur manchmal die Wirksamkeit des Chinin noch klar legt.

Die Malariaformen treten namentlich in den Tropen häufig bösartig auf und die Malaria bestimmt dort oft vollkommen den gesammten Gesundheitszustand eines Ortes.

Die verschiedenen Malariaformen werden durch verschiedene Species der Malariaparasiten hervorgerufen.

Von grösster Bedeutung ist für die Malaria die Bodenbeschaffenheit.

Malaria kommt vor allem in Niederungen vor, in tief gelegenen Landstrichen mit Alluvialboden, namentlich in den Flussdeltas und in Überschwemmungen ausgesetzten Gebieten. Ein Boden, der völlig unter Wasser steht, ist der Malariaentwicklung ebensowenig günstig, wie hochgradige Trockenheit. Gegenden, wo das Wechselfieber herrscht, haben in der Regel ein stagnierendes oder sehr träge fließendes Wasser, ausgedehnte Sümpfe, Teiche, Tümpel etc. Eine weitere Bedingung der Malariaentwickelung besteht in dem Reichthume des Bodens an organischen Stoffen, namentlich an Pflanzenresten. Thatsächlich findet man regelmäßig die Malariagegenden mit reicher Pflanzenvegetation bedeckt, und im Boden findet sich ein bedeutender Gehalt an pflanzlichen Zersetzungsstoffen.

Auch nach Überschwemmungen, bei denen große Massen eines an Pflanzentheilen reichen Schlammes abgelagert werden, kommt Malaria.

namentlich bei warmer Witterung, leicht zur Entwickelung. Gegenden mit großen, feuchten dichten, unventilierten Laubwäldern zeigen ebenfalls häufig den Malariacharakter.

Ein drittes wesentliches Moment für das Auftreten der Malaria ist die Wärme. Wo die höhere Temperatur fehlt, wenn auch die übrigen Bedingungen vorhanden sind, tritt kein Wechselfieber auf: so in Norwegen, Nordrussland. Je höher aber die Temperatur ist, je südlicher die betreffende Gegend liegt, desto perniciösere und zahlreichere Erkrankungen kommen vor. In Südböhmen, wo viele Teiche sind, werden nur leichte Wechselfiebererkrankungen beobachtet, in Südungarn (an der Theiß, im Banat) sind die Fälle schon häufiger und hartnäckiger, dann folgen Norditalien und die Campagna di Roma. In den Tropenländern herrscht das bösartigste Wechselfieber. Berüchtigt ist in dieser Beziehung namentlich die Westküste von Afrika (Sierra Leone). Hirsch hält es für wahrscheinlich, dass die Linie, welche die Orte mit einer mittleren Sommertemperatur von 15 bis 16° C. verbindet, die nördliche Grenze des Malariagebietes bildet. Doch wäre es wichtig in Malariagegenden Messungen der Bodentemperatur zu machen.

Die häufigsten Verbreitungsbezirke in Europa sind: große Theile der Tiefebene Niederdeutschlands, Holland, die Donautiefländer, umfangreiche Landstriche in Russland, Polen, Schweden, Italien etc.

Malaria wird oft bei der Bearbeitung des Bodens erzeugt. Es wird allgemein angegeben, dass die Bearbeitung eines jungfräulichen Bodens, d. h. eines Bodens, welcher früher nicht bebaut, das erstemal der Cultur zugeführt wird, mit besonderer Gefahr für die Arbeiter verbunden sei. Beim Bau der Hafenanlagen von Wilhelmshaven, ferner beim Eisenbahnbau in Panama sind in auffallender Weise sehr viele jener Arbeiter, die mit dem Erdbau beschäftigt waren, an Malaria zugrunde gegangen.

In manchen Fällen war man aber auch auf das Trinkwasser als Infectionsträger hingewiesen. Die Höhenlage eines Ortes bedingt an sich noch keine Immunität gegen Malaria; dagegen sind Orte, die etwas die Umgegend überragen, weniger empfänglich, als solche, die unmittelbar in den Niederungen liegen.

Eine nothwendige Bedingung zur Erzeugung der Malariaparasiten ist die Feuchtigkeit; man sieht deshalb häufig die Epidemien in Abhängigkeit von der Regenzeit. Sehr starker Regen erzeugt Nachlass der Krankheit. Ähnlich wirken als wechselnde Bedingung die Ueberschwemmungen.

Die persönliche Disposition scheint für Malaria eine sehr allgemeine. In gewissen Gegenden des Sudan liegt zur Fieberzeit oft ein Viertel der Bevölkerung darnieder; aber die Schwere der Erkrankung oder vielmehr die Ertragbarkeit der Erkrankung ist bei den verschiedenen Racen ganz ungleich.

In Ceylon starben von 1000 Lebenden:

Neger	1·1
Indier	4·5
Malayen	6·7
Eingeborene	7·0
Engländer	24·6

Die Incubationsdauer schwankt innerhalb weiter Grenzen von wenigen Stunden bis zu Wochen und Monaten.

Die Malaria lässt sich durch richtige Bodencultur ausrotten, indem die Trockenlegung des Bodens durchgeführt wird. Vor 1766 erkrankten jährlich in Strassburg 80 Procent der Garnison an Wechselfieber, 1873 bis 1878 noch 2·5 Procent, 1884 bis 1889 0·2 Procent; eine Abnahme, die Hand in Hand mit der Bodenverbesserung wahrnehmbar war.

Literatur. Häser, Geschichte der Medicin, III. Aufl., Jena 1875. — Hirsch, Handbuch der historisch-geograph. Pathologie, Stuttgart 1881. Handbuch der acuten Infectionskrankheiten aus Ziemssen's Handbuch der spec. Pathologie und Therapie, Leipzig 1877. — Koch, Arb. a. d. kaiserl. Gesundh.-Amt, Bd. II. — Cornet, Zeitschr. für Hygiene, Bd. V. — Brühl und Jahn, Diptherie und Croup, Berlin 1889. — v. Pettenkoter, Zeitschr. für Biol. Bd. IV. — Derselbe, Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage — Arch für Hygiene, Bd. V. u. VI. — Koch und Gaffky, Bericht über die Thätigkeit der Choleracommission. — 1887. — v. Pettenkofer, Der epidem. Theil des Berichtes, Leipzig 1888.

Dreizehnter Abschnitt.

Übertragbare Thierkrankheiten.

Milzbrand.

Der Milzbrand hat bisweilen in großen Epidemien die Thierwelt ganz Europas befallen. In der Neuzeit sind aber die Erkrankungen entschieden in Abnahme begriffen. Am häufigsten findet sich noch der Milzbrand in Russland: im Jahre 1867 bis 1870 fielen im Gouvernement Nowgorod 56.000 Pferde, Kälber und Schafe, sowie 528 Menschen der Seuche zum Opfer. In Deutschland scheinen die hervorragendsten Milzbrandbezirke die Alpen zu sein; doch kommt derselbe auch in der Provinz Sachsen ziemlich häufig vor.

Der Milzbrand befällt hauptsächlich Schafe und Rinder, selten Ziegen, Pferde und Esel; bedeutende Verheerungen richtet er bisweilen unter Rehen, Hirschen, Dammwild und den Rennthieren an. Geringe Empfänglichkeit zeigen die größeren Vögel, Tauben, Enten, Hühner, Gänse, ferner erwachsene Hunde und Füchse, immun sind Raubvögel, Dohlen und Stare.

Die Eigenschaften der Milzbrandbacillen und Sporen, wie auch ihre Entwickelung haben wir schon früher dargelegt.

Die Milzbrandbacillen und ihre Sporen können in verschiedener Weise auf die Thiere übertragen werden. Durch Staub, durch Verletzungen, durch Trinkwasser, welches mit Milzbrandobjecten verunreinigt wurde, besonders aber durch die Futterstoffe. Der „Fütterungsmilzbrand“ ist weitaus der häufigst vorkommende. Am gefährlichsten ist Material, welches Sporen enthält. Schafe, welche Koch mit der Milz eines Meerschweinchens, das an Milzbrand verendet war, fütterte, starben nicht. Die Milz ist sporenfrei und die Vegetationsformen gehen wahrscheinlich schon durch den Magensaft zugrunde. Schafe, welche mit einer sporenhaltigen Milzbrandcultur gefüttert waren, giengen nach wenigen Tagen zu Grunde. Die Sporen keimen im Darm aus und die jungen Stäbchen dringen vermuthlich durch die Peyer'schen Plaques in das Blut ein (Koch).

Die Milzbrandbacillen werden durch kranke und gefallene Thiere weiter verbreitet; sie finden sich in den Abgängen. Namentlich bei dem Verscharren der Thiere wird Blut in weitem Umkreise dem Boden beigemengt.

Die Milzbrandbacillen gehören nun unzweifelhaft zu den saprophytischen Bacterien und werden nur gelegentlich zu Parasiten. Sie vermögen, wie Koch dargethan hat, auf abgestorbenen Pflanzentheilen zu wachsen und Sporen zu bilden, und wahrscheinlich finden sie im Freien an feuchten Stellen genügende Existenzbedingungen.

Auf Boden ausgesät, bilden sie vermuthlich wegen des reichlichen Sauerstoffzutritts reichlich Sporen. In den Sporen aber haben sie ein Mittel, allen möglichen störenden Einflüssen, Hitze wie Kälte gegenüber sich zu halten. Wird Vieh auf derartige Weiden getrieben, so kann es sich dann mit Milzbrand und den gefährlichen Sporen inficieren.

Zur Entwickelung der Keime gehören aber, wie wir schon im allgemeinen Theil dargelegt haben, noch eine Reihe von Bedingungen, welche wohl nicht überall realisiert sein werden, weshalb nicht zu allen Zeiten in allen Orten Milzbrandkeime ihr Fortkommen finden werden. Unbedingt ist nothwendig eine gewisse Temperaturhöhe; zur Sporenbildung z. B. immer Temperaturen von 18°. Eine solche wird daher nie in den

begrabenen Thieren bei unseren klimatischen Verhältnissen eintreten können, da die Bodentemperatur in einiger Tiefe diesen Grenzwert nicht erreicht. Die entsprechende Temperatur trifft man auch an der Oberfläche nur während weniger Monate; allerdings der bestrahlte Boden wird ziemlich häufig und in früher Zeit hohe Temperatur aufweisen. Aber die Bestrahlung durch die Sonne scheint der Entwickelung der Milzbrandbacillen nicht eben förderlich. Die Sonnenstrahlen sind ein äußerst kräftiges Desinficiens, was Duclaux nachgewiesen hat; in kurzer Zeit verlieren feuchte, wie trockene Milzbrandbacillen und Sporen ihre Virulenz. Schattige und feuchte Stellen müssen daher ceteris paribus günstiger sein, als trockene und sonnige.

Man hat gemeint von den verscharrten Milzbrandcadavern könnte eine Neuinfection ausgehen, indem Sporen an die Oberfläche der Erde gelangen. Dass die Cadaver Sporen enthalten, wird zuzugeben sein, denn sie bleiben oft lange liegen, ehe man sie beerdigt (Bollinger). Sind sie einmal begraben, dann ist Grabestemperatur und Sauerstoffmangel einer Entwickelung von Milzbrandbacillen, wie Sporen hinderlich. Luftströmungen im Boden vermögen keine Keime zu transportieren. Man hat gemeint, die Regenwürmer betheiligten sich an der Verschleppung von Sporen, und Pasteur hat die letzteren wirklich in dem Darmcanal von Regenwürmern gefunden. Auch Bollinger konnte durch den Darminhalt eines von einer exquisiten Milzbrandweide erhaltenen Regenwurmes Milzbrand übertragen. Dass die Regenwürmer bisweilen Milzbrandwürmer in sich beherbergen, ist dadurch sichergestellt, aber daraus folgt noch nicht, dass diese Möglichkeit regulär ein wichtiges Glied der Milzbrandverbreitung bedeutet. Soyka hat eine gewisse Verbreitung von Milzbrand durch capillar aufsteigende Wasserströmungen als möglich erwiesen; die Wirkung kann sich nur auf etwa 20 bis 30 c Tiefe erstrecken.

Der Milzbrand kann ferner durch Futter verbreitet werden, was z. B. von Milzbrand befallenen Weiden entnommen ist, oder in anderer Weise mit Milzbrand inficiert wurde.

Nicht ausgeschlossen erscheint auch die Verbreitung des Giftes durch Fliegen oder Bremsen, die unmittelbar vorher mit kranken oder gefallenen Thieren in Berührung waren.

Der Milzbrand tritt bei den Thieren in verschiedenen Formen auf: als rasch verlaufende apoplektische Form (Milzbrandblutschlag), als acute Form (Milzbrandfieber) und als subacute Form (Milzbrandrothlauf).

Der Mensch ist für Milzbrand nur schwer empfänglich; meist sieht man nur Personen, welche in irgend einer Weise mit Thieren oder Thierproducten sich zu beschäftigen haben, erkranken. Viehwärter, Abdecker, Fleischer, Häutehändler, Thierärzte inficieren sich erfahrungsgemäß am häufigsten durch Verletzungen, welche sie sich zuziehen und welche zur Eingangspforte für die Milzbrandkeime werden.

Seltener sind bereits Ansteckungen durch Insectenstich, aber häufiger noch Infectionen bei Arbeitern, die das Sortieren von Hadern, die Bearbeitung von Schafwolle und Rosshaaren zu besorgen haben. Der Genuss des Fleisches von milzbrandkranken Thieren kann eine schwere Erkrankung zur Folge haben, Mycosis intestinalis.

Von den Hautinfectionsstellen ausgehend, bildet sich der Milzbrand-Carbunkel, der meist isoliert bleibt und localer Behandlung gut zugänglich ist. Doch kommen auch schwere, tödtlich endende Erkrankungen vor.

Die Seuche muss, wo sie auftritt, energisch bekämpft und die Verschleppung der Keime verhütet werden. Die Cadaver der Thiere müssen an einer schwer zugänglichen Stelle tief vergraben werden, wobei möglichst darauf zu achten ist, dass nicht oberflächlich Blut oder dgl. milzbrandhaltiges Material haften bleibt.

Die Ställe sind zu desinficieren, kranke und verdächtige Thiere abzusondern, durch besondere Bedienung zu verpflegen und mit besonderen Futter- und Trinkgeschirren zu versehen.

Über die Milzbrandschutzimpfung s. später.

Rotz.

Die Rotzkrankheit, welche hauptsächlich Pferde, Esel, Maulthiere, Schafe, Ziegen, Schweine befällt, ist eine Thierkrankheit, deren Übertragung auf den Menschen leider ziemlich häufig beobachtet wird.

Von dem Rotz können die verschiedenartigsten Organe der Thiere befallen werden. Ursache der Krankheit ist der früher geschilderte Rotzbacillus. Am bekanntesten ist

der Nasenrotz, der sich durch einen graugrünlichen Ausfluss aus der Nase, durch Schwellung der benachbarten Lymphdrüsen und durch kleine Knötchen und Geschwüre an der Nasenschleimhaut bemerkbar macht. Andere Formen der Rotzerkrankung ist der subcutane Rotz, wobei es zuerst zu Knoten kommt, die dann nach Außen durchbrechen, dann der eigentliche Hautrotz, wie er auch beim Menschen zur Beobachtung gelangt, wobei eine Anzahl oberflächlich gelegener Geschwüre auftreten, endlich der Lungenrotz.

Die Krankheit verläuft theils acut unter Fieber und endet mit dem Tod zu Ende der ersten bis dritten Woche, theils chronisch und zieht sich dann über Monate und Jahre hin.

Die Übertragung des Rotzes erfolgt direct von Thier zu Thier durch den Nasenausfluss und die Abgänge von Geschwürflächen, oder mehr indirect durch Beschmutzung von Futter u. dgl.

Können auch die Rotzbacillen wohl kaum irgendwo saprophytisch wuchern, so ertragen sie Monate hindurch das Austrocknen, ohne getödtet zu werden.

Die Rotzkrankheit kann auch den Menschen befallen und stellt eine äußerst gefährliche, in vielen, namentlich acut verlaufenden Fällen tödtliche Krankheit dar. Die Infection erfolgt durch Eindringen des Rotzgiftes in die verletzte Haut, besonders jene der Hände, durch die Schleimhäute der Nase, der Lippen, der Bindehaut des Auges, vielleicht durch Einathmen in die Lungenwege.

Befallen werden vor allem Leute, welche viel mit Pferden zu thun haben: Pferdewärter, Fuhrleute, Pferdebesitzer, Thierärzte, Abdecker, Soldaten der Cavallerie u. s. w. Es gibt mancherlei Gelegenheiten, durch die man die Rotzausbreitung begünstigt sieht, so z. B. bei der Beschälung, durch Pferdemärkte, durch den Aufenthalt der Thiere in inficierten Ställen, durch Abdeckereien, zu Kriegszeiten u. s. w. Durch alle diese Mehrungen der Krankheit steigert sich auch die Gefahr der Infection für den Menschen.

Beim Menschen pflegt der Verlauf der Rotzkrankheit folgender zu sein:

Unter Schwellung, Schmerzhaftigkeit, erysipeletöser Röthung und Spannung der Infectionsstelle tritt heftiges Fieber auf, und unter Betäubung und Bewusstlosigkeit in zwei bis drei Tagen der Tod. Man vermuthet, dass in diesen acuten Fällen eine Infection von der Schleimhaut aus — wohl meist jener der Nase — stattgefunden hat.

Bei Infection von der Haut aus bilden sich Furunkel mit erysipelartiger Röthe und Schwellung der Umgebung. Andere Fälle verlaufen unter einfacher Entwickelung von Furunkeln und Carbunkeln, wieder andere unter den Formen einer Pyämie mit lobulärer Abscessen in Lunge, Leber und Milz. Bei chronischem Verlaufe treten die oben erwähnten Hautabscesse in den Vordergrund.

Rotzkranke Thiere sollten bei der großen Gefahr, die sie dem Viehstand, wie dem Menschen bereiten, unbedingt getödtet werden, sei es nun, dass sie sich in dem sicheren Anfangsstadium oder in vorgeschrittener Phase der Erkrankung befinden.

Die verdächtigen Thiere sind zu isolieren und mit besonderen Futtergeschirren und besonderem Pflegepersonal zu versehen.

Gefallene Thiere müssen ohne Beseitigung irgend welcher Theile verscharrt oder in anderer Weise unschädlich gemacht werden.

Die Wuthkrankheit (Lyssa).

Die Wuthkrankheit bei den Thieren und deren Übertragbarkeit auf den Menschen und der durch die Wasserscheu charakterisierte Krankheitsverlauf sind schon Celsus (50 Jahre v. Chr.) bekannt gewesen. Sie ist eine nach ihrem Ausbruche ausnahmslos rasch endende tödtliche Krankheit, welche auf die Einwanderung und Einimpfung eines noch nicht ganz vollkommen erkannten Mikroparasiten zurückgeführt werden muss und verhältnismäßig bei Thieren weit verbreitet ist

Die Wuth ist übertragbar auf Hunde, Katzen, Wölfe, Schakale, Hyänen, Dachs, Marder, Pferd, Esel, Maulthier, Rind, Schaf, Ziege, Reh, Antilope, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, Mäuse, Hühner, Tauben, Affen. Epidemienweise trifft man die Wuth bei Füchsen und Wölfen; bei den Hunden tritt sie als Einzelerkrankung, selten in weiterer Verbreitung auf.

Die Art der Übertragung scheint keine sehr mannigfaltige; in der Mehrzahl der Fälle wird das Gift durch den Biss und den dabei in die Wunde eingepressten Schleim, namentlich dem aus der Trachea stammenden (Paul Bert), dann aber auch durch Lecken der Hunde an der Epidermis beraubten Hautstellen oder Schleimhäute übertragen.

Ob Milch von wuthkranken Thieren schädlich ist, scheint nicht sichergestellt. Nicht jeder Biss überträgt die Wuth; von 100 Menschen, die von notorisch wüthenden Hunden gebissen werden, erkranken etwa 35, von den gebissenen Hunden erkranken dagegen zwei Fünftel bis zwei Drittel (Bollinger). Durch Aufenthalt von Thieren in Räumen, in welchen früher wuthkranke Thiere sich befanden, scheint die Wuth nicht verbreitet zu werden (Hertwig). Man kann die Übertragungen der Wuth auch künstlich durch Injectionen des Speichels wuthkranker Thiere vornehmen; filtriert man Speichel durch Thoncylinder, so hat das Filtrat seine Ansteckungsfähigkeit verloren (Paul Bert).

Pasteur hat die Natur des Wuthgiftes näher dargelegt; dasselbe ist bei den verschiedensten Erkrankungsformen der Wuth das Gleiche. Im Speichel ist das Wuthgift mit anderen Mikroorganismen verunreinigt; nach Speichelimpfungen treten daher leicht septische Erscheinungen auf. Das Gift findet sich im verlängerten Marke, Rückenmarke und Gehirn. Durch ausgeschnittene Stückchen Rückenmark überträgt man es am besten nach Vornahme der Trepanation unter die Dura. Die Incubationsdauer lässt sich dadurch außerordentlich verkürzen. Je geringer die Impfmenge, um so leichter entsteht innerhalb gewisser Grenzen die rasende Wuth, große Mengen Impfstoff geben das Bild stiller Wuth. Auch durch Injection in die Blutbahn lässt sich die Wuth leicht übertragen; in diesem Falle meist die stille Wuth. Behufs Injection werden die Rückenmarkstücke in steriler Flüssigkeit emulsioniert.

Von großer Wichtigkeit kann die Übertragung des Giftes auf ein Versuchsthier, z. B. ein Kaninchen zu diagnostischen Zwecken sein. Über die Schutzimpfung gegen Lyssa s. später.

Die Dauer der Incubation pflegt bei der Wuth im allgemeinen eine sehr lange zu sein, 3 bis 5 Wochen, ausnahmsweise 9 bis 15 Monate (Bollinger). Schon während dieses Stadiums vermögen Thiere die Krankheit weiter zu verbreiten. Man meint, das Gift entwickle sich centripetal in den Nervenscheiden fortschleichend; die Krankheit kommt zum Ausbruch, wenn centrale Theile erreicht sind.

Die Symptome der ausgebrochenen Wuthkrankheit am Hunde treten in zwei verschiedenen Formen auf: Tollwuth und stille Wuth. Bei der Tollwuth lassen sich gewöhnlich drei Stadien unterscheiden, und zwar:

1. Melancholisches Stadium. Das Thier zeigt ein verändertes Benehmen, wird traurig, mürrisch oder unfreundlich, reizbar, zornig, verkriecht sich in die Ecken des Zimmers oder in die Hütte, schreckt sich leicht, fährt ängstlich zusammen; die Fresslust und der Durst wechseln; bald verschlingt der Hund mit gieriger Hast unverdauliche Stoffe, wie Stroh, Leder, Holz, Steine; bald verschmäht er jede, auch die Lieblingsnahrung. Das äußere Aussehen des Thieres ist zu dieser Zeit noch wenig verändert.

2. Maniakalisches Stadium. Ausgesprochene Beißsucht, Fortbestand des Dranges zum Verschlingen der verschiedensten Gegenstände, auffällige Veränderung der Stimme, Sucht wegzulaufen, Beschwerden beim Schlingen, aber willige Wasseraufnahme.

Die herumlaufenden Hunde beißen am meisten Hunde, Katzen, kleine Hausthiere, Geflügel, weniger größere Thiere, am wenigsten Menschen, wenn sie nicht von diesen gereizt werden. Während des Anfalles befinden sich die Hunde im Zustande eines wahren Deliriums; auch während der Remissionen scheinen sie zeitweilig an Hallucinationen zu leiden; sie stieren nach einer bestimmten Stelle, schnappen in die Luft wie nach Fliegen.

3. Das dritte oder paralytische Stadium geht unmerkbar und allmählich aus dem zweiten hervor, indem die Paroxysmen des zweiten Stadiums immer kürzer und schwächer, die freien Zwischenräume, während welcher die Hunde wie soporös daliegen, länger werden. Es tritt Schwäche, Lähmung ein, der Gang wird wankend. Die Hunde magern rasch ab und unter Convulsionen tritt der Tod ein.

Die stille Wuth unterscheidet sich durch den Ausfall des maniakalischen Stadiums von der Tollwuth. Sie verläuft rascher wie die Tollwuth und endet stets mit dem Tode.

Die Erscheinungen, unter welchen die anderen Thiere erliegen, sind ähnlich.

Die Vorzeichen der ausbrechenden Wuthkrankheit beim Menschen äußern sich durch Schwindel, reißende Schmerzen in den Gliedern, besonders in dem gebissenen Theile, krampfhaftes Zusammenschnüren des Halses, Beschwerden beim Schlingen, Unruhe und Beängstigung, Scheu vor Luftzug, Licht, glänzenden Gegenständen, Flüssigkeiten, Empfindlichkeit des Gehörorganes.

Dem Prodromalstadium folgt das Stadium der Reizung, endlich das paralytische Stadium, doch sterben die Patienten häufig, ehe das letztere zur Ausbildung kommt.

Zum Schutze des Menschen gegen die Hundswuth dienen mannigfache Maßregeln: In erster Linie muss das Halten von Hunden möglichst reduciert werden, dies geschieht durch eine ausreichende Besteuerung erfahrungsgemäß am einfachsten.

In Baden existierten 1832 bei einer Steuer von fl. 3.— 26.000 Hunde, 1844 bei einer Steuer von fl. 1.30 45.000; im Jahre 1877 existierten bei 16 Mark Steuer 28.824 Hunde.

Die Wirkung erhöhter Steuer auf die Wutherkrankungen zeigt folgende Statistik für Bayern (Bollinger):

Jahr	Wuthverdachtfälle bei Hunden	Todesfälle beim Menschen
1873	821	15
1875	458	23
	Hundesteuer bedeutend erhöht.	
1876	241	13
1877	140	8
1878	117	5
1879	45	1
1880	42	1
1883	18	0
1884	9	0
1885	11	0

Durch die Hundesteuer wurde die Übertragung der Wuth auf die Menschen bei einer Einwohnerzahl von 5½ Millionen vollkommen beseitigt oder doch auf ein Minimum reduciert. Zum Zwecke der Besteuerung müssen die Hunde alljährlich mehrmals der Behörde vorgeführt und von einem Thierarzt besichtigt werden. Unbedingt und für beständig muss das Mitnehmen von Hunden in öffentliche Locale, in Eisenbahnwagen, Omnibusse u. dgl. verboten sein, und dies Verbot auch durchgeführt werden. Zweckmäßig mag auch eine allen Hundebesitzern mitzutheilende gedruckte Belehrung über die wesentlichen Erscheinungen der Wuth wirken.

Wenn Jemand von einem wuthverdächtigen Thiere gebissen wurde, so muss unbedingt ein Ausbrennen der Wunden vorgenommen werden; von jenen Personen, welche diese Operation vornehmen lassen, sterben etwa 33 Procent, bei Außerachtlassung derselben aber 83 Procent (Bollinger).

Als ein weiteres Schutzmittel kann die von Pasteur eingeführte Schutzimpfung betrachtet werden.

Actinomyces. Man hat früher die Erkrankungen an Actinomyces als eine von dem Thiere, namentlich vom Rind auf den Menschen übertragene Krankheit angesehen. Es ist diese Beziehung aber ganz unsicher geworden, da man nur selten Menschen jener Berufsclassen, welche sich mit Vieh beschäftigen, wie Landleute, Fleischer an Actinomyces erkranken sieht. Vermuthlich ist Actinomyces ein auf vegetabilischen Substraten, welche für den Menschen wie für das Thier Nahrungsstoffe liefern, vegetierender Saprophyt.

Die Perlsucht der Thiere ist, wie die menschliche Tuberculose auf Infection durch den Tuberkelbacillus zurückzuführen; bezüglich der Verbreitung der Tuberculose durch Thiere sei auf das Capitel Tuberculose verwiesen.

Schafpocken.

Die Pocken kommen bei allen Hausthiergattungen vor, zeigen jedoch nach der Verschiedenheit derselben gewisse Differenzen in Rücksicht der Ausbreitung des Processes und der Intensität des ihn begleitenden Fiebers.

Bollinger spricht die Ansicht aus, dass es nur zwei wohlcharakterisierte und selbständige Hauptarten von Pocken gebe, nämlich Menschen- und Schafpocken. Bei beiden ließe sich der Ursprung, und zwar bei den ersteren von pockenkranken Menschen, bei den letzteren von pockenkranken Schafen nachweisen; beide stellen gleichsam wohlcharakterisierte Krankheitsarten dar, die vielleicht miteinander verwandt, sogar homolog, aber durchaus nicht identisch sind. Alle übrigen Pockenformen der Hausthiere dagegen stellen nach Bollinger keine selbständige Krankheit dar, sondern seien als verirrte Pocken zu betrachten, die in letzter Linie von einer der primären Formen — Menschen- oder Schafpocken — abstammen, jedoch auch wechselseitig voneinander ihren Ursprung nehmen können. Diese secundären Pocken kommen selten vor und treten nicht epizootisch auf, sie stellen sich vielmehr vereinzelt oder höchstens in Form von Herde- oder Stallepizootien ein.

Literatur. Pütz, Ansteckende Thierkrankheiten. Stuttgart 1882. — Röll, Die Thierseuchen. Wien 1881. — Baumgarten, Lehrbuch der pathol. Mykologie. Braunschweig 1890. — Ziemßen, Handbuch der spec. Pathol. und Therapie. Bd. III.

Vierzehnter Abschnitt.

Mittel zur Bekämpfung der Volkskrankheiten.

Erstes Capitel.

Ärztliche Beaufsichtigung der Seuchen.

Überwachung der verschleppbaren Seuchen im endemischen Gebiete.

Wir wissen, dass eine Reihe von Seuchen verschleppbar sind und zeitweise Europa und Deutschland befallen. Die bekannteste dieser Seuchen ist die Cholera, doch ist auch das gelbe Fieber bisweilen nach Portugal und Spanien verschleppt worden und die seit Anfang dieses Jahrhunderts aus Europa verschwundene Bubonenpest macht gelegentlich Vorstöße, ihr altes Gebiet wieder zu erobern.

Nun hat man beobachtet, wie mit großer Regelmäßigkeit der Tendenz der Wanderung dieser Seuchen eine Exacerbation in den endemischen Gebieten vorhergeht. Am besten bekannt ist es für die Cholera.

Man muss es nun für eine zweckmäßige Einrichtung bezeichnen, wenn diese Seuchen an den Hauptcentren ihrer endemischen Verbreitung durch erfahrene Ärzte überwacht werden, um so jederzeit wahrheitsgemäß über den Stand der Krankheit unterrichtet zu sein.

Eine derartige internationale Überwachung und objective Berichterstattung wird geeignet sein, vor dem Hervorbrechen einer Seuche rechtzeitig zu warnen.

Anzeigepflicht der Ärzte.

Wenn die öffentliche Sanitätspflege irgend Wirksames zur Bekämpfung von Epidemien zu leisten vermag, so beruht dieses vorzugsweise darauf, dass die Maßregeln rechtzeitig ergriffen werden. Es liegt in der Natur der Sache, diese Maßregeln dadurch zur Durchführung zu bringen, dass man die Ärzte verpflichtet, Fälle ansteckender oder der Contagiosität verdächtiger Krankheiten bei sonstiger Strafe zur Anzeige an die Sanitätsbehörde zu bringen. Es ist nicht erforderlich, die Anzeige auf alle Formen ansteckender und verbreitbarer Krankheiten auszudehnen. Man darf aber nicht dem Einzelnen die Entscheidung darüber überlassen, ob im gegebenen Falle die Anzeige nothwendig sei oder nicht; es muss vielmehr durch gesetzliche Vorschriften bestimmt ausgesprochen werden, in welchen Fällen angezeigt werden muss.

Freilich lässt sich nicht verkennen, dass es große Schwierigkeiten macht, für die Anfangsfälle einer Epidemie eine über jeden Zweifel erhabene Diagnose zu stellen. Namentlich ist der behandelnde Arzt nicht immer in der Lage, aus den Krankheitssymptomen allein mit Bestimmtheit zu erklären, ob man es in einem gegebenen Falle mit dem Anfange einer Epidemie zu thun hat. Die Inconstanz

der Krankheitserscheinungen verschuldet das, und hat von jeher die Ärzte zu der Vorsicht gedrängt, die Diagnose einer ansteckenden Krankheit erst aus dem gleichzeitigen Vorkommen mehrerer Fälle abzuleiten. Haben aber schon mehrere Einzelnfälle die Form classischer Krankheitsbilder angenommen, dann ist bereits die Epidemie auf einer gewissen Höhe angelangt.

Auch die Ergebnisse einer Section, so wertvoll sie unter Umständen thatsächlich sein können, lassen sich nicht immer zur Beantwortung der Frage verwerten, ob ein erster Fall dieser oder jener ansteckenden Krankheit vorliegt. Es ist bekannt, dass bei intensivem Ablauf mancher parasitärer Krankheiten gar keine charakteristischen anatomischen Veränderungen nachweisbar sind.

In manchen Fällen wird daher, wie z. B. bei Cholera, die bacteriologische Untersuchung genügenden Aufschluss geben und herangezogenen werden müssen. Doch gibt auch sie keineswegs momentan über die Art der vorliegenden Erkrankung Aufschluss, sondern vielfach erst nach Anwendung der immerhin zeitraubenden Culturmethoden.

Bei Hoffnung der Verhütung einer Epidemie durch Feststellung des ersten Falles darf man überhaupt nicht zu hoch spannen, da einerseits Einschleppungen von Krankheiten durch Gesunde vorkommen oder durch Gegenstände, ein Umstand, der sich völlig unserer Beobachtung entzieht und andererseits bei manchen Krankheitsformen schon während des Incubationsstadiums die Weiterverbreitung möglich ist.

Die von manchen Ärzten so hoch angeregte Verhütung des Ausbruches einer Epidemie durch Feststellung und Isolierung des „ersten Falles" beruht vielfach auf Selbsttäuschung; es ist ja bekannt, dass eingeschleppte Krankheitsfälle contagiöser wie verbreitbarer Krankheiten bisweilen ganz ohne weitere Folgen bleiben.

Die Feststellung des Auftretens einer zu epidemischer Verbreitung neigenden Krankheit hat trotzdem ihre Bedeutung, da uns dieselbe auf den nunmehr eindringenden Feind aufmerksam macht und zur Rüstung der Abwehrmaßregeln das Signal gibt.

Man empfiehlt bei Ausbruch einer Epidemie die Einsetzung von Epidemiecommissionen, zusammengesetzt aus Ärzten und Gemeindemitgliedern. Die Hauptaufgabe einer solchen ist, dafür zu sorgen, dass den Erkrankten die nöthige Hilfe und Pflege verschafft werde, sie hat Ärzte in genügender Zahl herbeizuziehen, sie hat für Errichtung von Spitälern, für eine entsprechende Anzahl verlässlicher Wärter und die nöthige Menge medicinischer Hilfsmittel, als Medicamente, Verbandzeug u. s. w. zu sorgen.

Durch Verfassung und Verbreitung populär gehaltener kurzer Schriften hat sie für die Aufklärung des Publicums über die Bedeutung der Epidemie, die Ursache des Erkrankens und dasjenige diätetische Verfahren, welches einigen Schutz gewähren kann, zu sorgen; endlich alle Curpfuschereien aufs Energischeste zu unterdrücken.

Wenn zahlreiche Todesfälle vorkommen, kann es rathsam sein, um eine Verdüsterung der Gemüther zu verhüten, das Sterbegeläute zu beschränken und nur wenige feierliche Leichenbestattungen zu erlauben; ein vollkommenes Verbot dieser Gebräuche würde das Publicum aber nur noch mehr alarmieren.

Die Isolierung der Kranken.

Eine von Manchen bei Bedrohung durch Epidemien vorgeschlagene Maßregel ist die Isolierung der ersten Fälle.

Der Maßregel liegt der Gedanke zu Grunde, dass man durch Beseitigung des ersten Kranken und Abschließung von der Außenwelt eine Epidemie verhüten kann. Es ist nicht zu bezweifeln, dass manche Cholera- oder Typhusepidemie u. s. w. verhütet worden wäre, wenn man den Importeur des Keimes gefasst und vollkommen vor jeder weiteren Berührung mit Menschen bewahrt hätte. Aber in der Praxis des täglichen Lebens gestaltet sich die Sache doch etwas anders, als es dabei vorausgesetzt wird.

Zunächst hat der Erkrankte bereits sein Incubationsstadium hinter sich und kann während desselben den Krankheitsstoff bereits verbreitet haben. Oder der Kranke hat den Krankheitskeim überhaupt nicht eingeschleppt, sondern durch leblose importierte Gegenstände und Waren bezogen, oder endlich der Krankheitsstoff wurde durch unbekannte gesundgebliebene Personen verbreitet.

In allen diesen Fällen wird die Isolierung des Kranken ohne allen Erfolg behufs Verhütung einer Epidemie sein. Auch ist zu bedenken, dass die Isolierung von

Kranken keine leichte und in der Familienbehandlung gar nicht durchführbare Maßregel ist; und dass eine zwangweise Isolierung nach allgemeinen Isolierkrankenhäusern in erster Linie eine Verheimlichung der Krankheit zur Folge haben wird. Dadurch entstehen neue Gefahren.

Selbstverständlich wird man in den Fällen, in welchen die Maßregel Erfolg verspricht, davon Gebrauch machen.

Zweites Capitel.

Quarantänen.

Beschränkung des Verkehrs.

Eine absolute Aufhebung des Verkehrs zwischen der inficierten und der zu schützenden Gegend wäre unter Umständen ein Mittel zur Abhaltung der weiteren Ausbreitung von Epidemien, vorausgesetzt, dass sich diese Verkehrsaufhebung nicht bloß auf Personen, sondern auch auf Sachen bezieht, da, wie wir annehmen müssen, auch Effecten Träger der Ansteckungsgifte sein können.

Die Durchführung solcher Maßregeln ist nur dann möglich, wenn der zu schützende District vollkommen unabhängig von dem Verkehre mit den inficierten Nachbargegenden ist, oder wenn es sich dabei in der That nur um kleine, insular gelegene Districte handelt, die überhaupt in keinem weiteren lebhaften internationalen Verkehr mit der Nachbarschaft stehen, die also eine solche Beschränkung wohl ertragen können. Da aber die absolute Aufhebung des Verkehrs nur in den wenigsten Fällen zur Ausführung gelangen kann, so begnügte man sich damit, an der durch Militärcordons abgesperrten Grenze bestimmte Punkte zu bezeichnen, an welchen man den Eintritt in das zu schützende Gebiet gestattete. Man errichtete sogenannte Quarantänen, d. h. Institute, in welchen die aus der inficierten Gegend eintretenden Individuen so lange Zeit verweilen, bis man sich überzeugt hat, dass sie gesund sind, dass also ihr Eintritt in die zu schützende Gegend der Bevölkerung derselben keine Gefahr bringt.

Die Quarantäne-Einrichtung stammt aus der Mitte des 14. Jahrhunderts, aus der Zeit, als die unter dem Namen des schwarzen Todes bekannte schwarze Pestseuche sich von Asien her über Europa verbreitete.

Gegen die Zweckmäßigkeit des Quarantänesystems sprechen mehrere Momente: die vollkommene Wirkungslosigkeit einer solchen.

Es ist erwiesen, dass in unzähligen Fällen der Cordon durchbrochen und die Quarantäne also umgangen wurde, und zwar lehrt die Erfahrung, dass selbst bei den günstigsten Verhältnissen die Durchbrechung des Cordons nicht zu verhüten ist. Weiter ist zu beachten, dass viele Infectionskrankheiten nicht bloß durch erkrankte Individuen, sondern durch Reiseeffecten oder Stoffe verschleppt werden, welche sich der Aufmerksamkeit der Überwachungsbehörde entziehen. Dazu kommt, dass wir über die Incubationsdauer der einzelnen Seuchekrankheiten nur sehr unbestimmte, über die Dauer der Latenz des Krankheitsgiftes streng genommen gar keine Kenntnis besitzen, daher nicht imstande sind, darüber mit Sicherheit zu urtheilen, wie lange die Quarantäne des einzelnen Individuums dauern, wie lange die Quarantäne überhaupt aufrecht erhalten werden soll.

Ebenso nutzlos ist das Quarantänehalten lebloser Effecten ohne Desinfection. Man kann die Bündel mit Wolle, Hadern, Knochen, Felle u. s. w. jahrelang in einer Quarantäneanstalt zurückhalten, ohne die Gewissheit zu erlangen, dass diese Gegenstände nicht mehr infectionsgefährlich sind.

Eines der beachtenswertesten Argumenten gegen das Sperr- und Quarantänesystem ist der Hinweis auf die Schädigung des allgemeinen Wohles, welche bei der mit dieser Maßregel nothwendig verbundenen Verkehrsstörung unvermeidlich ist. Dieses Bedenken fällt umsomehr ins Gewicht, als man Gefahr läuft, neben der Quarantäne früher oder später die Seuche auch noch mit in den Kauf nehmen zu müssen.

Der Wert der Quarantäne erscheint auch deshalb in einem zweifelhaften Lichte, weil solche Quarantäne-Anstalten, wie dies wiederholt geschehen ist, Mittelpunkte der

Krankheitsverbreitung werden können. Die Anhäufung von Individuen in den Quarantanen, die Aufstellung von großen Truppenmassen an den Grenzen behufs Bildung der Grenzcordons können wohl nicht als etwas Unbedenkliches angesehen werden.

Weit leichter und mit Erfolg lassen sich aus selbstverständlichen Gründen die Quarantänemaßregeln bei Schiffen durchführen. Es ist aber fraglich, ob deshalb die Seequarantanen beizubehalten sind. Da, wie erörtert wurde, die Landsperre meist undurchführbar oder insufficient ist, so wird hiedurch auch eine etwa angeordnete Seesperre illusorisch. Menschen und Waren, denen man den Zutritt von der einen Seite versagt, weil sie möglicherweise Träger von Krankheitsstoffen sind, finden tausend Wege, um von der anderen einzudringen. Von bedeutendem Nutzen kann sich die Seequarantäne dort erweisen, wo die Einschleppung nur auf dem Seewege möglichst ist, z. B. auf Inseln. Auch gegen die Einschleppung des gelben Fiebers aus Amerika hält man gegenwärtig noch die Quarantäne für eine ersprießliche Maßregel, da der Verkehr einzig und allein durch Schiffe stattfindet.

Grenzsperren zu Lande mit Quarantäne-Anlagen müssen dagegen als kaum durchführbar und trügerisch, daher als wertlos und zudem das öffentliche Wohl im höchsten Grade gefährdend, ganz verworfen werden.

Zu den Maßregeln, betreffs Behinderung des Verkehrs, gehört auch das Verbot der Abhaltung der Markte und Volksfeste an Orten, wo Seuchen herrschen. Eine solche Anordnung kann unter Umständen von erheblichem Nutzen sein, und ist jedenfalls eine begründete Vorsichtsmaßregel, da bei Zusammenströmen großer Menschenmassen die Gefahr einer Verschleppung des Krankheitsgiftes wenigstens mit Bezug auf eine Reihe ansteckender Krankheiten erheblich gesteigert wird.

Weiter erscheint es nothwendig, gesetzlich anzuordnen, dass vom Schulbesuch Personen aus Cholera-, Pocken-, Scharlach-, Masern-, Diphtheritishäusern für die Dauer der Übertragbarkeit ausgeschlossen bleiben. In manchen Fällen wird es nöthig sein, die Schulen ganz zu schließen.

Die Evacuierung wird in manchen Fällen bei epidemischen Krankheit angewendet: sehr häufig bei den Truppen. In Indien wechseln die Soldaten den Lagerplatz, wenn Cholera sich zeigt. Bei uns pflegt man Garnisonen, die von Typhus heimgesucht sind, im Sommer wenigstens, ein Lager beziehen zu lassen. Man hat auch keinerlei Bedenken gehegt, im Jahre 1870 und 1871 die Typhuskranken nach der Heimat zu evacuieren.

Leider wirkt nur die bei drohenden Epidemien panikartige Flucht im höchsten Grade demoralisierend, und darf nicht unterstützt werden.

Drittes Capitel.

Die Desinfection.

Physikalisch wirkende Desinfectionsmittel.

Da der Kranke in manchen Fällen den Infectionsstoff in großen Mengen produciert und ihn an Gegenstände seiner nächsten Umgebung überträgt, so hat man die Aufgabe zur Verhütung der weiteren Aussaat krankmachender Stoffe, durch geeignete Verfahren, die etwa vorhandenen Krankheitserreger zu tödten und zu vernichten.

Diese Verfahren beruhen theils auf der Einwirkung rein physikalischer, theils auf der Einwirkung chemischer Einflüsse.

Unter den physikalischen zur Tödtung der Parasiten anwendbaren Methoden nimmt die Anwendung hoher Temparaturen die wichtigste Stellung ein. Wir haben schon oben bei Besprechung der Spaltpilze gezeigt, wie ungleich die Resistenz gegen Wärme, sowohl bei den vegetativen Formen ist, als auch, wie insbesondere die Sporen Fortpflanzungsmittel von höchster Widerstandskraft darstellen.

Die wesentliche Aufgabe der Desinfection für praktische Zwecke ist im allgemeinen die Vernichtung der Krankheitskeime ohne Schädigung der zu desinficierenden Objecte.

Die Desinfection kann vorgenommen werden durch Kochen in Wasser, wobei nach einer halben Stunde alle Krankheitskeime, auch die resistentesten Sporen vernichtet werden: Aufkochen bis zu 20 Minuten tödtet die Tuberkelbacillen, 10 Minuten langes jene von Typhus, einfaches Aufkochen die Cholera- und Diphtheriebacillen. Das Auskochen mit Soda, wie es namentlich für Waschzwecke durchgeführt wird, erleichtert die Desinfection.

Leicht anwendbar und äußerst wirksam ist die Desinfection durch Wasserdampf, den man über die Objecte wegströmen lässt. Ungespannter Dampf von 100° genügt in 15 bis 30 Minuten gespannter Dampf von 110 bis 125° in 5 bis 15 Minuten zur Abtödtung. Der Wasserdampf hat die Aufgabe, die vorhandenen Mikroorganismen feucht zu erhalten, wodurch die Eiweißstoffe leichter coagulabel werden, ferner die Wärmeleitung durch größere Objecte hindurch zu erhöhen. Das Strömen des Dampfes vertreibt die specifisch schwerere Luft aus den Porenräumen, begünstigt also die Raschheit des Eindringens der Wärme in größere Objecte und die Vollständigkeit der Durchnetzung derselben.

Dort, wo sich trockene Hitze verwenden lässt, also bei Metallgegenständen, kann man sie bis zur Verkohlung der organischen Substanz steigern.

Auch die Verbrennung organischer Substanzen ist schließlich ein Mittel zur Tödtung der Keime, aber streng genommen keine Desinfection der betreffenden Objecte, da diese ja mit vernichtet werden.

In geringeren Temperaturgraden angewandt ist die Wärme wenig wirksam, da im wasserarmen Zustande die Zersetzlichkeit aller Eiweißstoffe gering ist. Trockene Hitze bis zu 150° greift bereits manche organischen Stoffe an.

Die Kälte ist, nach allen Erfahrungen zu urtheilen, kein Desinficiens, wohl aber ein die Entwickelung hemmendes Mittel. Ohne praktische Verwertung sind bis jetzt die Anwendungen hohen Druckes und jene des Sonnenlichtes geblieben.

Die Prüfung der Desinfectionskraft wird so ausgeführt, dass man meist Milzbrandsporen, eventuell Reinculturen anderer Keime den betreffenden Einflüssen aussetzt und nach dem Ablauf des Experimentes die Objecte in Nährgelatine oder Nährbouillon bringt Bleibt das Wachsthum aus, so ist die Desinfection gelungen. Eine Fehlerquelle für die Vergleichungen der Ergebnisse verschiedener Beobachtungen liegt darin, dass Milzbrandsporen verschiedener Herkunft eine in weiten Grenzen schwankende Widerstandskraft gegen die Desinfection besitzen.

Bei Ausführung der Desinfection muss man auch sicher sein, dass die anzuwendenden Temperaturen die Objecte ganz durchdrungen haben. Dies kann nur erreicht werden durch Einlegung von Signalthermometern in das Innere der zu desinficierenden Decken oder Kleider. Im Gebrauch verweisen sich am dauerhaftesten die Pyrometer. Sie bestehen aus einer Messingzwinge, deren Branchen mittelst einer 99° bei (oder 110°) schmelzenden Legierung auseinander gehalten werden; die Branchen sind durch Kupferdrähte mit einer elektrischen Kingel verbunden. Wird im Innern des Kleiderballens die Temperatur 100° erreicht, so schmilzt die Legierung. Die beiden Branchen berühren sich und die Schelle ertönt. Von diesem Zeitpunkte ab, erhält man dann die Temperatur noch so lange in gleicher Höhe, bis man bei dem angewendeten Objecte die Desinfection erwarten kann.

Die Desinfection durch Chemikalien.

Von chemischwirkenden Körpern gibt es eine große Menge, die man gelegentlich als Desinficientien empfohlen hat und jeder Krankheitsträger könnte auf eine besondere Desinfectionslehre Anspruch erheben.

Die Zahl der allgemein in der Praxis anwendbaren Desinfectionsmittel ist sehr beschränkt.

Zur Feststellung der Desinfectionswirkung geht man nach dem Vorgange von Koch von Reinculturen aus.

Die Widerstandskraft der Spaltpilze ist gegen chemische Desinfectionsmittel ebenso, wie früher für die Wärmeeinwirkung mitgetheilt wurde, sehr verschieden, je nachdem es sich um sporenfreies oder endogene Sporen führendes Material handelt.

In den meisten Fällen der Desinfectionspraxis handelt es sich um die Tödtung von Keimen, welche keine Sporen bilden, so z. B. bei den Keimen der Wundinfection, (Staphylococcen, Streptococcen) bei Typhus, bei Cholera, bei Diphtherie u. s. w.

Die letzteren Culturen werden als Emulsionen der Einwirkung der Desinficientien ausgesetzt, nach gewisser Zeit ein Tröpfchen davon weggenommen und auf das Vorhandensein lebender Bacterien geprüft.

Dazu benützte man früher nach Kochs Vorgang die Aussaat auf Nährgelation, besser scheint für viele Fälle die Cultur in Bouillon. In neuer Zeit wird angegeben, dass manchmal der Impfversuch mit Culturen, welche Desinficientien ausgesetzt waren, positives Resultat gibt, wenn die Culturverfahren negatives Ergebnis erzielen (Geppert).

Die Gewinnung absoluter Werte über die Desinfectionswirkung verschiedener Desinfectionsmittel setzt voraus, dass die Organismen, welche man als Maßstab benützt, eine gleiche Widerstandskraft besitzen. Man hat vielfach, um an Sporen die Stärke einer Desinfectionsmittels zu prüfen, Milzbrandsporen angewendet. Es hat sich aber eine erhebliche Verschiedenheit der Widerstandskraft bei Sporen verschiedener Herkunft herausgestellt. Auch bei anderen Keimen kann eine solche Differenz der Resistenz in Frage kommen.

Bei Übertragungen von desinficiertem Material in Culturflüssigkeiten muss sorgfältig auf die Entfernung des anhängenden Desinfectionsmaterials geachtet werden, da das letztere selbst in kleinen Quantitäten die Entwicklung von Spaltpilzen hemmen kann.

Die verwendeten chemischen Desinfectionsmittel sind von sehr verschiedener Dignität. Auf sporenhaltige Milzbrandbacillen wirken nach Monaten noch nicht ein: Absoluter Alkohol, Chloroform, Salicylsäure, Thymol, Ammoniak, Borax und Kaliseife; unvollständig wirken ein: Äther (nach 30 Tagen), einprocentige Schwefelsäure nach 10 Tagen, einprocentige arsenige Säure (10 Tage), zweiprocentiges Chinin (1 Tag), fünfprocentiges Eisenchlorid (6 Tage); rasch wirken: Chlorwasser, Bromwasser, Sublimat, Carbolsäure.

Die Desinfectionsmittel sollen stets in wässeriger, nie in alkoholischen Lösungen verwendet werden; auch ölige Gemische vermeide man. Nur wässerige Lösungen wirken energisch.

Das Sublimat ist unter den Desinfectionsmitteln eines der wirksamsten, wenn schon man dasselbe in den letzten Jahren entschieden sehr überschätzt hat. Man hat gemeint, eine Lösung von 1 : 1000 sei binnen wenigen (10) Minuten im Stande, die widerstandsfähigsten Sporen zu tödten (Koch). Doch scheint die zur vollen Desinfection nöthige Zeit vermuthlich nach Stunden zu zählen (Nissen, Geppert).

Es wirkt noch in großen Verdünnungen von 1 : 300 000 entwickelungshemmend, wenn auch keine völlige Desinfection erreicht wird. Unanwendbar sind Sublimatlösungen in eiweiß-, pepton-, mucinhaltigen Flüssigkeiten, weil dabei in Wasser unlösliche, für die Desinfection wertlose Quecksilberverbindungen sich ausscheiden. Tuberculöse Sputa, Fäcalien werden nur schwierig durch Sublimat desinficiert. Ein Zusatz von 0·5 Procent Weinsäure oder Salzsäure erhöht in diesen Fällen aber die Wirksamkeit sehr.

Den von mancher Seite empfohlenen Sublimaträucherungen kann man keine nennenswerte Bedeutung beilegen (Heräus, Kreibohm).

Andere Metallsalze stehen dem Sublimat an Kraft der Einwirkung weit nach, so das salpetersaure Silber, Eisenchlorid, Kupfersulfat oder Eisenvitriol.

Eine kräftige Wirkung zeigen verschiedene aus dem Steinkohlentheer hergestellte Verbindungen.

Am häufigsten Verwendung findet Carbolsäure in drei- bis fünfprocentiger wässeriger Lösung. Für sporenfreies Material kann sie, wie Koch zuerst gezeigt hat, als ein sehr gutes Desinfectionsmittel gelten. Bereits 3 Procent Carbolsäure tödtet Milzbrandbacillen, Rotzbacillen, Streptokokken und pathogene Staphylokokken, Typhusbacillen, Diphtheriebacillen in acht Secunden ohne Ausnahme (Gärtner, Plagge).

Milzbrandsporen mittelst Carbolsäure zu tödten gelingt in praktisch verwertbarer Weise nicht. Selbst bei Anwendung concentrierter wässeriger Lösungen (7 Procent) erhalten sie sich über 38 Tage lebenskräftig (Geppert).

Entwickelungshemmend wirkt die Carbolsäure schon in Verdünnungen von 1 : 313—850 (Miquel, Koch). Den Carbolsäureräucherungen fehlt ebenso, wie jenen mit Sublimat ein praktischer Erfolg.

Wirksamer wie die Carbolsäure ist die Phenosulfosäure, wie sie durch Mischen gleicher Gewichtstheile reiner Carbolsäure mit Schwefelsäure in der Kälte entsteht. Das Aseptol (Orthophenolsulfosäure) zeigt trotz hoher Desinfectionskraft vollkommene Löslichkeit im Wasser und keinerlei Ätzwirkung (Hüppe). Wenn Milzbrandsporen durch fünfprocentige Carbolsäure erst in 40 Tagen geschädigt werden, tödtet vierprocentige Phenolschwefelsäure schon in einem Tag (C. Fränkel). Die Wirkungen der Paraphenolsulfosäure steht der Orthoverbindung wesentlich nach.

Von kräftiger Einwirkung erscheint auch das Kresol (Laws, Fränkel), ohne dass für die Sulfoverbindungen eine Steigerung sich erkennen ließe. Creolin schädigt sporenfreies Material mehr als Carbolsäure. Kresole lassen sich in Seifen lösen, sie kommen in dieser Verbindung als Lysol in den Handel. Die Lysollösungen sind bei gleichem Gehalt der Carbolsäure überlegen (Schottelius). Auch die Lösung von Kresolen in Orthooxycarbon- oder Orthooxysulfonsäuren (Solveol) oder in Natron (Solutol) sind kräftige Desinfectionsmittel (Hammer).

Kalkmilch (20-procentige) eignet sich zur Desinfection von Typhus und Choleraentleerungen, indem bereits in wenigen Stunden ein Gehalt von 0·007 Procent Ätzkalk Typhusbacillen und eine solche von 0·024 Procent Cholerabacillen tödtet (Liborius).

Die Mineralsäure, Salzsäure, Schwefelsäure tödten sporenfreies Material wie Eiterkokken, Milzbrand-, Typhus-, Cholerabacillen in einprocentigen Lösungen in fünf bis zehn Minuten.

Wenig Erfolg verspricht die Anwendung der Borsäure; Kaliumpermanganat tödtet vegetative Formen in 0·5procentigen Lösungen in fünf Minuten, Salicylsäure in 0·1 procentigen Lösungen in derselben Zeit.

Die gasförmigen Desinfectionsmittel zerstören die Spaltpilze nur, wenn die zu desinficierenden Objecte mit Wasser benetzt sind, dann aber wirken einige derselben außerordentlich energisch ein.

Eines der kräftigsten, selbst dem Sublimat überlegenen Desinfectionsmittel ist das Chlor. Am besten lässt es sich anwenden, wenn erst Chlorkalk und dann eine Säure zugesetzt wird (Niessen, Geppert). In dieser Form lässt sich also Chlor auch „in Lösung" verwenden. Als Gas angewendet, empfiehlt es sich wegen der Gefahr für den Menschen und seiner zerstörenden Wirkung auf Möbel u. dgl. nicht. Auch Brom sollte gleichfalls vermieden werden.

Am ausgedehntesten kann noch schwefelige Säure, die durch Verbrennen von Schwefel hergestellt wird, Anwendung finden; in Wohnräumen wird man wegen der Ventilation der Räume nie mehr als auf die Ansammlung von etwa 10 Volumprocent schwefeliger Säure rechnen können. Für Objecte, in welche die Säure tief eindringen muss, um die zu desinficierenden Theile zu treffen, eignet sie sich gar nicht; die vegetativen Formen gehen zu Grunde, auf sporenhaltiges Material ist der Erfolg kein ganz sicherer, auch wenn die Einwirkung einen Tag anhält.

Specielle Desinfectionslehre.

Die einzelnen, zur Desinfection verwendbaren Mittel haben wir angegeben, doch kann man keineswegs für jeden Zweck ein beliebiges Verfahren auswählen, sondern dieses richtet sich nach der Natur der zu desinficierenden Gegenstände.

Die von dem Kranken ausgehenden Absonderungen, wie Sputum, Eiter, Harn, Fäces, werden in jenen Fällen, in welchen nachweislich Infectionsstoffe durch sie ausgeschieden werden, in Geschirren gesammelt. Sie werden dann mit 5procentiger Carbolsäure oder saurer Sublimatlösung und zu gleichem Volum versetzt und 6 bis 24 Stunden stehen gelassen. Dann können sie unbedenklich weggegossen werden. Sputa können mit Soda gekocht oder in Sägespänen aufgefangen und

verbrannt werden. Bei Typhus- und Choleradejectionen genügt Zusatz von Kalkmilch. Auch andere Zusätze, wie Chlorkalk und Salzsäure, sind verwendbar.

Ess- und Trinkgeschirre können mit Sodalösung gewaschen und dann ausgekocht werden.

Kleider, Bettstücke, Decken u. s. w. können in geeigneten Desinfectionsapparaten durch strömenden Wasserdampf steril gemacht werden.

Leib- und Bettwäsche wird in ein nasses Tuch eingeschlagen, zur Waschküche gebracht und durch eine Stunde währendes Kochen sterilisiert. Sehr schwierig ist die Desinfection von Polstermöbeln, welche geleimte oder mit Fournituren versehene Gestelle besitzen, Schuhwerk und Bücher. Eine Desinfection mit strömendem Wasserdampf ist nicht durchführbar. Man kann daher nur etwa die Möbel und dergleichen an einem vollkommen freien Platze möglichst von Staub befreien oder den Versuch machen, die Gegenstände an Ort und Stelle durch gasförmige Desinficientien, die aber auch nicht unbedenklich sind, die Reinigung vornehmen. Eine Wirksamkeit ist aber wohl für die Bücher mit Sicherheit zu verneinen.

Man sollte es sich zur Regel machen, alle wertlosen Gegenstände durch Verbrennung zu vernichten; der Transport z. B. von Inhalt der Matratzen u. s. w. sollte nur in benetzten Tüchern vorgenommen werden.

Für die Wohnungsdesinfection stehen zwei Wege offen. Dort, wo es sich um mit Öl gestrichene Wände handelt, kann man dieselben mit Sublimat und darnach mit kohlensaurem Natron waschen lassen, desgleichen den Fußboden; oder aber man kann Decken und Wände mit feuchtem Brot abreiben und den Boden allein mit Sublimat behandeln.

Die Desinfection der Krankenräume ist in manchen Städten organisiert, indem ein besonders geschultes Personal dieselben gegen angemessene Entschädigung ausführt; dadurch wird einerseits ein sicheres Gelingen der Desinfection und andererseits eine Verschleppung von Krankheiten durch unverständige Leitung der Desinfection verhütet.

Eine jede größere Gemeinde sollte mit einem tauglichen Desinfectionsapparat, der gegen billige Entschädigung die Desinfection eingesandter Gegenstände übernimmt, ausgerüstet sein. Kleinere Gemeinden könnten mehrere zusammen einen transportablen Desinfectionsapparat sich anschaffen.

Die Desinfection durch strömenden Wasserdampf, welcher die größte Bedeutung unter den üblichen Desinfectionsverfahren zukommt, wird in besonderen Desinfectionsapparaten ausgeführt.

In größeren Anstalten pflegen in Deutschland die Schimmel'schen Desinfectionsapparate verbreitet zu sein. Ein solcher besteht im Wesentlichen aus einem kubischen Raum, aus Eisenblech, meist groß genug, ein ganzes Bett mit Bettgestell oder eine Serie von Kleidungsstücken, die auf einem in Rollen laufenden Rahmen hängen, aufzunehmen.

Der Desinfectionsapparat ist zweckmäßigerweise mit zwei Thüren versehen; die eine ist zum Einlegen der zu desinficierenden Stoffe, die andere zur Herausnahme der desinficierten zu benutzen. Der Desinfectionsapparat verbindet gewissermaßen zwei völlig getrennte Theile des Desinfectionshauses, in welchem die Localitäten zur Empfangnahme der inficierten, sowie der Ausgabe der desinficierten Wäsche u. s. w. gesondert sind.

Wenn die zu desinficierenden Gegenstände in den Apparat gebracht und die Thüren desselben dampfdicht geschlossen sind, wird zunächst durch ein Dampfrippenheizrohr die Luft erwärmt. Wollte man sofort Dampf auf die kalten Kleider strömen lassen, so würden dieselben im höchsten Grade durchnässt werden. Die vorherige trockene Erwärmung beseitigt diesen Übelstand.

Nach der Vorwärmung strömt der Dampf ein und man lässt denselben (normal oder mit Überdruck) durch den Apparat gehen; die Zeit der nöthigen Erwärmung muss entweder ein für allemal empirisch, oder besser je nach der Schnelligkeit, mit welcher die Wärme ein Object durchdringt, was durch ein Signalpyrometer geschehen kann, in jedem Falle besonders festgestellt werden.

Von dem Zeitpunkt, zu welchem das Signalpyrometer ein Vordringen der Wärme in das Innere der Decken etc. anzeigt, lässt man den Dampf noch 15 bis 30 Minuten einwirken, je nachdem man eben stark gespannte oder Dämpfe normaler Spannung benutzt.

Nach beendigter Desinfection stellt man den Dampfstrom ab und lässt Luft durch den Apparat treten; in kurzer Zeit sind dann die Kleider vollkommen trocken und werden nun herausgenommen.

Für kleinere Anstalten kommen einfachere Desinfectionsapparate in Anwendung, z. B. der Apparat von Thursfield; sie werden auch, was für kleinere Gemeinden wichtig ist, transportabel hergestellt: können je nach Bedürfnis von Ort zu Ort verkehren.

Der für bacteriologische Zwecke benützte Dampfkochtopf lässt sich, in größeren Dimensionen gebaut, auch zur Desinfection von Bettwäsche, Matratzen, Leibwäsche anwenden (Göttinger, Desinfectionsapparat). Auf einem mit Wasser gefüllten Untersatz steht ein cylindrischer Obertheil, der durch einen Deckel abgeschlossen werde.

In den Obertheil werden die zu desinficierenden Objecte in einem Drahtnetzkorb eingebracht, dann durch directe oder Gasfeuerung der Dampf entwickelt.

Bequemer ist der Senking'sche Apparat, welcher ähnlich wie der vorgenannte eingerichtet ist. Doch besitzt derselbe in dem cylindrischen Obertheil eine Thüre, durch welche das Object bequem in den Apparat verbracht werden können.

Zur Desinfection in strömendem Dampf wird man wesentlich Bettstücke, insoweit sie nicht gewaschen werden können, einbringen, desgleichen auch Kleider.

Lederwaren, Pelzwerke, geleimte Möbel u. s. w. können mit Dampf nicht sterilisiert werden und gehen zu Grunde.

Viertes Capitel.

Allgemeine Massregeln zur Beschränkung der Epidemien.

Wir haben dargethan, wie schwierig es ist, die ersten Fälle einer Epidemie zu erkennen, wie resultatlos häufig die Isolierung des Kranken bleiben kann, wie wenig Sperren und Quarantänen Erfolg versprechen. Auch die Desinfection kann bei den massenhaften Erkrankungen und der Ungelehrigkeit der großen Volksmenge bei Epidemien nur mit wenig sicherem Erfolge thätig sein. Die Epidemie sollte nun nicht erst bekämpft werden, wenn sie anrückt, sondern durch sanitäre Maßnahmen, die man in epidemienfreien Zeiten auszuführen hat. Man baut die Festung nicht, wenn der Feind schon im Anmarsch begriffen ist, sondern schon während des Friedens.

Zu den allgemeinen Maßregeln gehören die Fürsorge für reines Wasser, Beseitigung der Abfallstoffe, Straßenreinlichkeit, Verbesserung der Wohnungsanlagen, namentlich für die ärmeren Classen.

Man hat im ausgedehnten Masse bereits aus diesen Lehren Nutzen gezogen. Wir haben schon früher erwähnt, wie wirksam die Malaria in Italien, wie in Deutschland durch die Drainage der ungesunden Städte und Landstriche bekämpft und vernichtet worden ist.

Wir haben auch für den Typhus gezeigt, wie derselbe auf dem gleichen Wege einer so wirksamen Bekämpfung zugänglich ist, dass man keiner anderen Maßregeln bedarf, um völlige Epidemiefreiheit zu erreichen. Für die Cholera vermuthet man auf Grund zahlreicher Thatsachen gleichfalls die Möglichkeit einer Bekämpfung durch allgemeine Maßregeln.

Große Bedeutung scheint für die Verbreitung mancher Krankheiten der Volkswohlstand zu besitzen.

Man weiß, wie häufig der Flecktyphus und die Recurrens gerade dort am besten haften, wo eine ärmliche Bevölkerung, mit kümmerlicher Ernährung, in kläglichen Wohnungsverhältnissen angehäuft ist. Ja selbst für den Abdominaltyphus kann ein Einfluss eines derartigen Moments vielleicht nicht geleugnet werden. Während der Belagerung von Paris erreichte der Abdominaltyphus, obschon er sonst ziemlich milde aufzutreten pflegt, eine enorme Höhe. Während der Belagerung starben 3475 an Typhus, in dem vorhergehenden Jahre (1869) nur 630.

Die Hebung des Volkswohlstandes, die Besserung der Wohnungsverhältnisse, Fürsorge für gute und billige Nahrungsmittel helfen in ergiebiger Weise zur Bekämpfung des Entstehens von Epidemien.

Die kräftige Bekämpfung der Epidemien durch allgemeine Maßregeln kann nur durch ständige Sanitätscommissionen durchgeführt werden, die permanent die Maßregeln sanitärer Verbesserungen zu leiten haben. In manchen deutschen Städten sind solche Commissionen aus eigener Initiative der intelligenteren Communen entstanden.

Eine wesentliche Unterstützung zur Bekämpfung gewisser Krankheiten bietet die Schutzimpfung, über welche der nächste Abschnitt berichtet.

Literatur. Koch und Wolffhügel, Mittheil. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt' 1881. — Schill und Fischer, ibid., Bd. II. — Löffler, Richard, Dobroslawin' Bericht des internat. Hygiene-Congr., Wien 1887.

Fünfzehnter Abschnitt.

Die Schutzimpfung.

Erstes Capitel.

Allgemeines über Schutzimpfung und Schutzimpfungen bei Thieren.

Die Parasiten sind nicht imstande alle Organismen einer Species krank zu machen, auch wenn sie Gelegenheit erhalten, in den Körper einzudringen. Ein derart geeigenschaftetes, nicht zu inficierendes Individium nennt man immun. Die Immunität beruht keineswegs immer auf den gleichen Ursachen: manchmal ist sie vom Alter abhängig, so z. B. erkranken Kinder und jüngere Leute nur selten an Tuberculose oder an Cholera, aber leichter an Diphtherie als alte Leute.

Eine bei Mensch und Thier vielfach vorkommende Immunität ist dadurch charakterisiert, dass Individuen nach Überstehung gewisser Krankheiten wie Pocken, Scharlach, Masern, Typhus, Cholera von derselben Krankheit längere Zeit nicht befallen werden, wenn sie sich auch unter den günstigsten Umständen der Ansteckung preisgeben, man nennt sie erworbene Immunität.

Nicht immer hinterlässt die Genesung die Immunität; die Syphilis, die Tuberculose, Erysipelas, die Gonorrhöe machen sogar den Organismus noch empfänglicher für die gleiche Schädlichkeit, als Gesunde sind, die noch nicht inficiert worden waren.

Die gelegentlich beobachtete angeborene Immunität ist nachweislich in manchen Fällen auf intrauterin überstandene Krankheiten zurückzuführen.

In der erworbenen Immunität erweist sich also das Überstehen einer Krankheit als etwas Nützliches und dieser Nutzen springt umsomehr in die Augen, wenn die überstandene Krankheit eine sogenannte leichte Form derselben war; denn auch diese bietet gerade so sicheren Schutz vor weiterer Erkrankung, wie eine schwere Form. Eine schwere Blatternkrankheit, wie eine leichte Abortivform, haben hinsichtlich des Impfschutzes die gleiche Bedeutung.

Die absichtliche Infection mit einem Krankheitsstoff, zum Zwecke der Erzeugung einer leichten vor weiterer Ansteckung schützenden Krankheit ist eine jedenfalls seit den ältesten historischen Zeiten geübte Schutzmethode. Noch heutzutage impfen in Indien die Braminen nach althergebrachter Methode das Blatterngift ein.

Die *Schutzimpfung* hat nun in neuerer Zeit eine ganz ungeheuere und ungeahnte Bedeutung dadurch erhalten, dass man die Krankheitsstoffe rein darzustellen und sie zu *künstlichem Impfmaterial* umzuwandeln imstande ist. Die Schutzimpfung stellt nach mancher Richtung hin ein wichtiges Mittel zur Bekämpfung von Volkskrankheiten, wie auch parasitärer Krankheiten dar, indem sie erlaubt, **die Disposition zu Krankheiten zu verändern.**

Die Schutzimpfungen sind theils für den Menschen, theils auch für Thiere anwendbar. Durch Impfschutz zu bekämpfende Krankheiten sind: Der Milzbrand, der Rauschbrand, die Hühnercholera, der Schweinerothlauf, die Hundswuth und die Blattern.

Die Natur der Impfstoffe hat man zum Theil noch nicht erkannt (Blattern), zum Theil beruht aber die Impfung auf der Einbringung von bacterienhaltenden Flüssigkeiten; die Impfung ist aber auch möglich durch *bacterienfreie, gelöste* Stoffe enthaltende Impfflüssigkeiten.

Wichtige Schutzimpfungsmethoden sind bei einer Reihe in folgendem, zu erwähnenden **Thierkrankheiten entdeckt worden.**

Die *Hühnercholera* wird außerordentlich leicht selbst durch die kleinsten Verletzungen verbreitet und vermag bedeutenden Schaden unter dem Hühnervolk anzurichten. Im Jahre 1880 hat Pasteur die ersten Angaben gemacht, dass es ihm gelungen sei, künstlich einen Impfstoff dieser Seuche herzustellen, der Immunität erreichen ließe. Die Bouillonculturen des Krankheitserregers werden durch Stehenlassen an der Luft abgeschwächt, und mit diesen abgeschwächten Culturen am Brustmuskel in zweimaliger, in vierzehntägigem Intervall vorgenommener Sitzung immunisiert. Mit der Hühnercholera ist die Wildseuche identisch. Im Jahre 1886 haben Salmon und Th. Smith positive Versuche mitgetheilt, dass es ihnen gelungen ist, mit *bacterienfreien Lösungen* die **Schutzimpfung bei dem Geflügel hervorzurufen.**

Die *Milzbrandschutzimpfung* beruht auf Angaben von Toussaint, der Milzbrandblut 10 Minuten auf 55° erhitzte oder es mit Zusatz von 1 Procent Carbolsäure stehen ließ und fand, dass damit geimpfte Thiere gegen Injection von virulentem Milzbrandblut immun geworden waren. Pasteur hat diese Befunde von Toussaint benutzt zur Herstellung eines gleichmäßigen wirkenden Impfstoffes; er fand, dass man den Milzbrandbacillen die Virulenz durch längeres Cultivieren bei hoher Temperatur nehmen kann und dass solche abgeschwächte Culturen als Impfstoff verwerthbar sind. Bei Culturen von 42 1/2° muss die Cultur mehrere Wochen fortgeführt werden, ehe eine genügende Abschwächung der Virulenz erreicht ist, bei 43° geschieht dies innerhalb weniger Tage. Die abgeschwächten Bacillen erhalten jahrelang, bei gewöhnlicher Temperatur fortgezüchtet, **die erhaltene Virulenz bei (Koch). Die von den abgeschwächten Stäbchen** stammenden Sporen wachsen späterhin wieder zu abgeschwächten Bacillen aus.

Die Impfstoffe werden auf die Thiere übertragen (Schafe, Rinder) und meist eine **mehrmalige Sitzung angewendet, ehe der Impfstoff haftet.**

Die Milzbrandschutzimpfung wird auch durch die *Stoffwechselproducte* der **Bacillen ermöglicht (Chamberland und Roux).**

Der *Rauschbrand*. Arloing, Cornevin und Thomas haben im Jahre 1880 angegeben, die wässerigen Extracte rauschbrandkranker Muskel, filtriert in die Vene eingespritzt, eine leichte Erkrankung hervorrufen, die gegen schwere Erkrankung schützt. Später zeigten sie eine noch einfachere Methode der Schutzimpfung. Den Thieren werden Injectionen mit Impfstoff an dem *Schweife* gemacht. Von dort dringt der Impfstoff langsam ein, und wahrscheinlich werden die Keime durch die niedere Temperatur des Schweifes in dem massenhaften Wachsthum gehindert. Erwärmt man den Schweif durch Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern, so werden die *Impferscheinungen* bedrohlicher. Während der Impfungszeit circulieren die Bacillen im Blute. Auch die Rauschbrandimpfung kann man *ohne* Bacterien, durch Anwendung der *gelösten Stoffwechselproducte* derselben, zu Stande bringen (*Chamberland* und *Roux*).

Der *Schweinerothlauf*. Die hier anzuwendende Schutzimpfung theilte Pasteur im Jahre 1883 mit; der Weg, der hier zur Herstellung eines Impfstoffes eingeschlagen wurde, war ein anderer als die früheren von diesem Forscher angewandten. Die Giftigkeit der Bacillen des Schweinerothlaufes nimmt ab, wenn man dieselben von Kaninchen zu Kaninchen überimpft und diese abgeschwächten Culturen können als Impfstoff für

Schweine Verwendung finden. Die Impfstoffe werden dann unter Beibehaltung ihrer Virulenz in Bouillon weiter cultiviert. Die Schutzimpfung wird in zwei Sitzungen vorgenommen.

Die Schafpocken sind eine, von den Menschenpocken und den Kuhpocken verschiedene, sehr ansteckende Krankheit, für die unter den Schafen eine Disposition bis zu 98 Procent aller Individuen gefunden wird. Die überstandene Krankheit bietet lebenslänglichen Schutz. Sie wird als Schutzimpfung empirisch von Thier zu Thier übertragen.

Auch die Art, wie ein Impfschutz zustande kommt, ist eine höchst ungleiche. Bei manchen Impfungen genügt ein einmaliges Einbringen des Impfstoffes in den Körper, um eine langdauernde Immunität zu erzeugen; in anderen Fällen muss dagegen mit schwachem Impfstoff angefangen und zu stärkeren „Vaccins" übergegangen werden, ehe eine Immunität erreicht wird.

Die Immunität kann eine kurzdauernde, rasch vorübergehende, oder auch eine solche sein, die sich auf ein Decennium und darüber erstreckt. Der Impfschutz gilt auch bisweilen nur für eine bestimmte Applicationsart des Krankheitsstoffes, z. B. für die Infection von der Haut aus, indes die Ansteckungsfähigkeit vom Darmcanal aus erhalten sein kann.

Zweites Capitel.

Schutzimpfungen und Heilimpfungen beim Menschen.

Die Hundswuthschutzimpfung.

Die Hundswuth, wie ihren Verlauf bei Thieren und Menschen haben wir schon geschildert. Pasteur hat im October 1885 die überraschende Mittheilung gemacht, dass es gelänge, das Hundswuthgift beliebig abzuschwächen und dass man mittelst eines solchen abgeschwächten Giftes gelänge, eine absolut sichere Schutzimpfung beim Thier wie Menschen zu erreichen.

Diese neue Impfmethode begegnete überall den scharf ausgesprochensten Zweifeln, doch ist es heutzutage nicht mehr ungewiss, dass wir in ihr zwar nicht das praktisch sicherste Mittel zur Bekämpfung der Hundswuth im allgemeinen, wohl aber ein Mittel besitzen, mit Hundswuth angesteckte Menschen dem sicheren Verderben zu entreißen.

Man impft behufs Herstellung eines Impfstoffes die Hundswuth bei Kaninchen von Dura mater zu Dura mater bis ein gleichbleibendes Incubationsstadium sich ausbildet; ist dieses erreicht (bei 20- bis 25-maliger Übertragung), so wird das Rückenmark herauspräpariert und unter einer mit Kalistücken zur Trocknung der Luft versehenen Glocke getrocknet. Dabei nimmt die Giftigkeit des Rückenmarks von Tag zu Tag ab.

Zur Herstellung eines injicierbaren Impfstoffes werden die Stückchen Rückenmark in sterilen Flüssigkeiten zerrieben und emulsioniert.

Spritzt man Hunden zuerst von dem am längsten getrockneten Rückenmark den Impfstoff ein, so kann man durch successive Injectionen von virulenterem Material die Hunde dahin bringen, dass sie auch gegen den Biss eines wüthenden Thieres vollkommen immun sind.

In dieser Form angewendet hätte aber wohl die Hundswuthschutzimpfung es nie zu nennenswerter Bedeutung gebracht. Aber es wurden noch andere wichtige Thatsachen unserer Kenntnis hinzugefügt.

Die Schutzimpfung gelingt nämlich auch dann, wenn man nach erfolgtem Biss eines Thieres mit der Schutzimpfung beginnt. Diese Thatsache steht außer allem Zweifel; somit beschränkt sich die Zahl der zu Impfenden, und erhöht dadurch die Verwendbarkeit der Impfung.

Das Gelingen der Schutzimpfung unter diesen gegebenen Verhältnissen erklärt sich durch die Langsamkeit, mit der das auf natürlichem Wege eingeimpfte Wuthgift in den Körper eindringt, und welche daher dem schnellwirkenden künstlichen Infectionsstoff Zeit lässt, die Immunisierung zu vollenden.

Wir haben schon früher dargethan, dass die wirksamste Maßregel zur Bekämpfung der Hundswuth die Hundesteuer ist; aber für jene traurigen Unglücksfälle der Infection, wie sie immer noch nicht ganz ausgeschlossen sind, wird man von der Schutzimpfung sofortigen Gebrauch machen müssen.

Neuere Schutzimpfungen.

Bei der Tuberculose glaubt man in den Stoffwechselproducten derselben heilende Substanzen entdeckt zu haben. Man lässt die Tuberkelbacillen auf Glycerinbouillon wachsen, kocht auf und dickt die Masse ein. Diese „Lymphe“ wurde in geeigneter Verdünnung den Kranken subcutan injiciert (R. Koch). Das Verfahren ist zur Zeit wieder verlassen.

Von großer Tragweite erscheinen die in neuester Zeit gemachten Erfahrungen, dass das Blutserum unter dem Einfluss von Krankheiten seine chemischen Eigenschaften verändert.

Bei manchen Krankheiten ist nach dem Überstehen derselben das Blut imstande, bei einem anderen Thiere die Erkrankungsmöglichkeit aufzuheben, d. h. es immun zu machen.

Diese schützenden Eigenschaften erlangt das Serum bisweilen erst, wenn einem Thiere mehrmals die pathogenen Keime verimpft worden sind.

Das Serum kann oft noch in hochgradigster Verdünnung seine Wirksamkeit entfalten.

Das Serum künstlich immunisierter Thiere ist auch imstande, die im Ausbrechen befindliche Krankheit zu hemmen und zu heilen; man fasst die auf diese Methode begründete Heilmethode als „Blutserumtherapie“ zusammen.

Solche Immunisierung- und Heilungsverfahren sind durch Behring, Wernicke und Kitasato für Tetanus und Diphtherie, durch Emmerich für den Schweinerothlauf, durch Klemperer, Foa, Emmerich, Kruse, Pansini für die durch den A. Fränkel'schen Pneumoniecoccus erregte Krankheit bekannt geworden.

Die angeborene oder Artimmunität ist wesentlich von der erworbenen verschieden, durch das Unvermögen des Serums bei anderen Thieren Immunität und Heilung zu erzielen.

Die Wirkung des Blutes immunisierter Thiere hat man allgemein auf die vielfach durch H. Buchner, Nissen, Nuttall und A. studierte bakterienfeindliche Wirkung des Blutes zurückführen wollen; doch scheint das Blut immuner Thiere keineswegs immer bactericid für die betreffenden Krankheitskeime. Letztere vermögen sich in solchem Serum manchmal zu vermehren; dagegen vermag das Serum gewaltige Mengen von Giftstoffen, die von Bacterien ausgeschieden werden, unschädlich zu machen.

Die Schutzpockenimpfung.

Die Blattern haben früher in großen Epidemien und Pandemien Europa, Asien und Afrika durchzogen; man hat aber schon in den ältesten Zeiten in China, Indien und den Ländereien des Kaukasus Mittel gekannt, durch Acquisition einer leichten Krankheitsform den Menschen vor der schweren Blatternkrankheit zu schützen. Man ließ die Kleider Pockenkranker tragen oder inoculierte direct die Menschenblatter, indem man Pockenschorff oder Eiter in kleinen Ritzchen der Haut des Oberarmes einrieb (Variolation).

Nach kurzer Incubationszeit (drei Tage) erfolgt meist ein Ausbruch localer Blattern, dann der Ausbruch einer allgemeinen Exanthems mit hohem Fieber. Das bei der wahren Blatternkrankheit späterhin sich einstellende Eiterfieber fehlt jedoch. Die in späteren Jahren wiederholte Variolation (Revariolation) pflegt milder zu sein als die erstmalige Infection). Üble Zufälle waren selten; die Inoculation war 1721 in England eingeführt worden und 1766 bis 1767 9000 Impfungen vorgenommen worden.

Doch ist die Variolation trotzdem keine empfehlenswerte Methode, einerseits weil Variolisierte Gesunde mit wahrer Blatternkrankheit anstecken können, also der Verbreitung der Blattern Vorschub leisten, andererseits aber besitzen wir eine viel bessere, unschädliche und gleich wirksame Methode in der von Jenner 1796 aufgefundenen Kuhpockenimpfung.

Jenner beobachtete nämlich, dass die Ansteckung mit Vaccine, d. i. einer Pocke auf dem Kuheuter, vor den Menschenblattern schütze, und lehrte weiter, dass auch das auf der menschlichen Haut nach der Impfung mit den sogenannten Kuhpocken erzeugte Gift (humanisierte Kuhpockenlymphe) beim Weiterimpfen auf Menschen im Wesentlichen dieselbe Schutzkraft gewähre, wie die ursprüngliche Vaccinelymphe bei der Kuh.

Die nach Jenners Entdeckung zur Einführung gelangte Vaccination hat überall in der Verhütung der Blatternkrankheit ihre Erfolge aufzuweisen.

Wenn auch der Schutz der Pockenimpfung kein absoluter ist und mit einiger Sicherheit durchschnittlich nur auf 15 Jahre hin ausreicht, so hat sich doch nahezu bei allen Epidemien deutlich genug deren Nutzen gezeigt.

Das von Jenner und nach ihm von vielen Anderen ausgeführte Experiment, welches die Schutzkraft der Vaccination gegen die Impfung mit echter Variola beweist, hat an überzeugender Kraft nichts eingebüßt. Woodville allein hat im Jahre 1799 400 Individuen nach durchgemachten Kuhpocken die wirklichen Blattern eingeimpft und bei

Keinem hafteten dieselben. Von 1799 bis 1801 war die Zahl seiner Vaccinationen auf 7500 gestiegen, deren größere Hälfte vergebens auf die Blatternempfindlichkeit untersucht worden war. In demselben Jahre hat Pearson bei 6000 Impflingen das gleiche Resultat erlangt.

Es ist bekannt, dass auch von Stromeyer und Ballhorn in Hannover, von Sömmering in Frankfurt, Heim in Berlin, Sacco in Mailand und auch in Österreich unter der Leitung Peter Franks ähnliche Experimente von de Carro ausgeführt wurden, und dass der Erfolg den in England gewonnenen Resultaten entsprach.

Bei der Inoculation mit echter Variola bleiben nur etwa 5 Procent ohne Resultat, während die Inoculation bei vaccinierten Individuen in den weitaus meisten Fällen fehlschlägt. Die täglichen Erfahrungen aller Ärzte, die Blatternkranke in großer Zahl zu behandeln Gelegenheit hatten, zeigen den relativ günstigeren Verlauf der Blattern bei Vaccinierten als bei Ungeimpften.

Auch die Statistik spricht ebenfalls für den Nutzen der Impfung.

Flinzer berichtet über die Blatternepidemie von Chemnitz und Umgebung, und die von Dr. A. Müller zu Waldheim in Sachsen. Chemnitz trat mit 64·255 Einwohnern in die Epidemie ein. Davon waren 53.891 geimpft = 83·87 Procent, 5712 Ungeimpfte = 8·89 Procent und 4652 früher Geblatterte = 7·29 Procent. Es wurden 3596 Personen von Blattern befallen = 5·60 Procent der Bevölkerung, und zwar 953 Geimpfte = 1·61 Procent der geimpften Bevölkerung, und 2643 Ungeimpfte = 57·23 Procent der ungeimpften Einwohner. Von den sämmtlichen 13·881 Haushaltungen, welche die Stadt zählte, kamen 2103 mit Blattern vor; an diesen 15 Procent befallenen Haushaltungen nahmen solche, wo nur geimpfte Personen sich aufhielten, mit 2·67 Procent Theil, während die übrigen 12·48 Procent auf solche Haushaltungen mit Ungeimpften fielen. Unter der Gesammtzahl der Haushaltungen waren 68·18 Procent, welche nur Geimpfte enthielten, bei diesen ereigneten sich 3·92 Procent Blatternerkrankungen, wogegen bei 31·82 Procent Haushaltungen mit Ungeimpften 39·11 Procent vorkamen.

Während demnach auf 26 Haushaltungen, welche Ungeimpfte aufzuweisen hatten, eine Erkrankung fiel, traf eine solche erst auf 255 Haushaltungen, wo nur Geimpfte lebten.'

Bei humanisierter Lymphe können verschiedene Krankheitsübertragungen vorkommen, deren Zahl aber von den Impfgegnern ungeheuer übertrieben wird.

Diese Krankheiten sind:

1. Die Wundkrankheiten, namentlich das Erysipel. Letzteres kann bei dem ersten Impfact entstehen — Früherysipel, oder bei Abnahme der humanisierten Lymphe aus den Pusteln — Spätervsipel. Die Ursache hiefür in der Auswahl einer kranken Abimpfung liegen, so dass der Krankheitserreger mit der Lymphe übertragen wird, aber in ungenügender Desinfection der Impfinstrumente, oder in einer Infection, welche durch die schmutzigen Kleider nach der Impfung erfolgt, oder endlich in einer zufälligen Luftinfection bei Vornahme der Impfung in ungeeigneten Localen.

Gar nicht selten wird mit dem Impferysipel ein einfaches Erythem verwechselt.

2. Die Syphilisübertragung gehört zu den großen Seltenheiten; ihre Übertragung ist nur möglich, wenn der Abimpfling und dessen Familie nicht genügend hinsichtlich des Gesundheitszustandes geprüft, oder zu junge Abimpflinge (unter fünf Monaten) verwendet werden. Hereditäre Syphilis pflegt mit diesem Zeitpunkt offenkundig zu werden.

3. Die Übertragung der Tuberculose ist zwar möglich, aber man wird in der Praxis kaum mit ihr zu rechnen haben.

Alle diese Gefahren reducieren sich auf die Wundinfectionskrankheiten, wenn man an Stelle der menschlichen Lymphe die Kälberlymphe — animale Lymphe anwendet; denn Syphilis kommt

beim Thiere überhaupt nicht und die Tuberculose so selten vor, dass im Durchschnitt auf 50.000 Kälber eines mit Symptomen der Tuberculose trifft. Die Tuberculoseübertragung wird aber außerdem durch das Schlachten des Thieres nach Abnahme der Lymphe und der Obduction absolut ausgeschlossen.

Zur Aufbewahrung und Versendung des humanisierten Impfstoffes hat man vielerlei Methoden benützt. Sonst hat man ihn an der Spitze einer Impfnadel oder zwischen Glasplatten getrocknet; ferner benützt man Haarröhren, mittelst welcher man die Lymphe aus der Pustel durch einen Einstich saugt und welche man sodann an beiden Enden mit Siegellack zuschmilzt oder sonst hermetisch verschließt. Zur Conservierung der Lymphe wird Glycerin im Verhältnis von 1 : 3 beigemengt.

Der Impferfolg hängt von der Empfänglichkeit des Impflings und von der Wirksamkeit des Impfcontagiums ab. Auch die Methode der Impfung ist von großer Bedeutung. Gesunde, kräftige Kinder überstehen die Vaccination meistens sehr gut, die Revaccination der Erwachsenen bewirkt nicht selten stärkere Allgemeinerscheinungen, Fieber, Achseldrüsenschwellungen, aber schnelleren, nicht selten sogar einen überstürzten Verlauf u. s. w. Kachektische Erwachsene und Kinder reagieren auf Vaccine schlecht. Die Methode der Impfung wird entweder durch Schnitt mittelst der Lancette oder durch Stich mit der Nadel oder auch durch Scarification der Haut bewirkt. Die Impfstelle ist die Gegend des Ansatzes des Musculus deltoideus. Die Stichmethode bewirkt im allgemeinen geringere Reizungen und Entzündungserscheinungen als die Schnittmethode. Doch sind bei der letzteren Impfungsart die Pusteln in der Mehrzahl der Fälle umfangreicher, während die Stichmethode kleinere Pusteln und kleinere Narben erzeugt.

Beim Impfen soll man nicht schneiden, sondern schiefe Schnitte oder Stiche unter die Epidermis zu machen, so dass keine Spur von Blut hervortritt. Die Lymphträger (Abimpflinge) sollen nicht blutig verwundet, sondern von den Pusteln nur klares, blutfreies Secret benützt werden. Die Kinder sollen über fünf Monate alt und an den Genitalien, dem After, der Mundhöhle, den Ohren und aller äußeren Theilen von Geschwüren und Ausschlägen frei sein.

Die meisten bisherigen Impfungen wurden mit der sogenannten humanisierten Lymphe gemacht. Bei Ungeimpften haftet sie fast mit absoluter Sicherheit. Die mit ihr erzeugten Impfpocken verlaufen bezüglich ihres Umfanges, ihrer Größe und Ausbildung, sowie der begleitenden örtlichen und allgemeinen Erscheinungen in der größten Zahl der Fälle mit einer gewissen Regelmäßigkeit. Der Inhalt der mit der humanisierten Vaccine erzielten Pusteln enthält nur vom vierten bis sechsten selten noch am achten Tage den Ansteckungsstoff, aber nur in dem Fall, dass letztere in jeder Beziehung der Vaccine gleicht. Mit gleichen Theilen destillierten Wassers verdünnte Lymphe wirkt unverändert, eine stärkere Verdünnung erfordert größere Mengen Impfstoffes und größere umfangreichere Wunden. Zusatz von Glycerin macht die Lymphe haltbarer und erhöht zugleich die Haftbarkeit der Lymphe. Das hiezu verwendete Glycerin muss chemisch rein und mit gleichen Theilen destillierten Wassers vermischt und der Lymphe im Verhältnis von 1 : 3 innig beigemengt sein.

Die Lymphe der Revaccinierten soll zu anderen Impfungen nicht benützt werden.

Obwohl die eben erwähnte humanisierte Lymphe bei einer genauen Ausführung recht ersprießlich sich erweisen kann, so bietet sie doch keine absolute Garantie gegen die Verhütung jeder Infection. Man suchte deshalb solche Methoden der Impfung einzuführen, welche volle Sicherheit gegen syphilitische oder sonstige Ansteckungen gewähren. Solche Impfmethoden sind:

a) Impfung mit originärer Lymphe. Unter diesem Namen versteht man die unmittelbare Übertragung des Virusinhaltes einer an Blattern spontan erkrankten Kuh oder eines Kalbes auf den Menschen. Die allgemeine Benützung originärer Lymphe kann bei öffentlichen Impfungen nicht in Frage kommen.

b) Impfung mit animaler Lymphe. Man impft die Vaccine von Kalb zu Kalb, um so genügende Mengen eines animalen Impfstoffes zu erzeugen. Die Übertragung von Thier zu Thier geschieht ohne Schwierigkeit, zu jeder Jahreszeit und ohne dass die Kuhpocken durch die successive Inoculation etwas von ihrer Wirksamkeit verlieren. Die Quantität der von einem Thiere gelieferten Lymphe ist im allgemeinen eine sehr ergiebige und die Inoculation für das Thier ganz ohne Nachtheil.

c) Retrovaccination der Kühe durch humanisierte Lymphe. Die Empfänglichkeit der Kuh für die humanisierte Lymphe ist im allgemeinen eine gute, und zwar bei der Impfung mittelst des Stiches oder der Scarification. Die „Retrovaccinepustel" der Kuh ist eine mildere Krankheit als die originäre Kuhpocke, reift schneller (innerhalb fünf Tage) als die Vaccine beim Menschen.

Pfeiffer benützt zur Impfung der Kälber die Kinderlymphe. Er findet den Hauptvorzug des Retrovaccinestoffes darin, dass er immer auf dem Kalbe haftet, dass er gleichmäßig reift, gleichmäßige Resultate gibt und nicht mit übermäßiger Randröthe beim Verimpfen auf Kinder verläuft; während die echte Kuhpockenlymphe weniger sicher in ihrer Wirkung ist und mitunter eine übermäßig starke Reaction bei der Impfung zur Folge hat. Das weitere Verfahren der Kälberimpfung unterscheidet sich von dem bisher üblichen dadurch, dass an dem Bauche des Kalbes nach vorherigem Rasieren und Desinficieren nicht einzelne, voneinander getrennte Impfstellen, sondern große zusammenhängende Impfflächen angelegt werden, welche fast die gesammte hintere Hälfte des Bauches einnehmen.

Die Impfung des Kalbes wird durch Scarification bewerkstelligt, und zwar wird jedesmal, sobald ungefähr 2 cm^2 der zu impfenden Fläche scarificiert sind, der Impfstoff mit einem Impfstäbchen gründlich auf diese Stelle eingerieben und so allmählich die ganze Fläche präpariert. Die Reifung der Impffläche, durch das Erscheinen perlglänzender genabelter Bläschen charakterisiert, beginnt am vierten Tage und bis zum fünften Tage bedeckt sich die Oberfläche der Impfstelle mit einer gelblichen Kruste. Letztere wird durch Waschen mit warmem Salicylwasser abgelöst und nun mittelst eines scharfen Löffels die Pocke mit dem Pockengrund abgeschabt, in einen Achatmörser gebracht und durch sorgfältiges Verreiben eine möglichst gleichmäßige Vertheilung der Infectionsstoffe bewirkt. Sie wird dann in sterile Gläschen übergefüllt. Der Ertrag an Lymphe wird bei dieser intensiven Ausnützung des Impfbodens ein bedeutender.

Brauchbare Impfconserven sind nach Pfeiffer folgende:

1. Pasten durch Zerreiben des Pockenbodens mit wenig Glycerinwasser hergestellt.
2. Pulver, durch Trocknen von Pockenboden im Exsiccator über Schwefelsäure gewonnen.
3. Extracte, durch Zerreiben des Pockenbodens mit Glycerinwasser (Pissin).
4. Emulsionen mit Glycerinwasser, von Risel in Halle zuerst hergestellt.

Das letzte Präparat scheint die beste Conservierungsart darzustellen.

Die Haftbarkeit der animalen Lymphe ist eine etwas geringere, als die der humanisierten. Während noch vor einigen Jahren die Fehlimpfungen mit animaler Lymphe bis 25 Procent betrugen, werden gegenwärtig infolge der Verbesserung der Conservierung der Lymphe, sowie in der Versendung derselben und in der Impftechnik sehr günstige Resultate erzielt, so dass nur einige wenige Procent Fehlimpfungen sich ergeben (Hay). Bei der Revaccination war der Erfolg 82 Procent.

Bei der Wahl der animalen Vaccine, die zum Überimpfen bestimmt ist, muss man sich lediglich durch das Aussehen der Pockenpustel des Kalbes und nicht durch den Zeitraum seit der Inoculation leiten lassen.

Bei manchen Impfinstituten wird die Lymphe constant am sechsten, in anderen am siebenten oder am achten bis zehnten Tage vom Kalbe entnommen. Der Zeitpunkt, wo die Vaccine am wirksamsten ist, tritt ein, sobald die Pocken vollständig reif, das charakteristische Aussehen der bekannten Variolapusteln eingetreten ist, und die Vaccine selbst ein silberglänzendes Aussehen besitzt. Dieser Zeitpunkt variiert aber je nach der äußeren Temperatur und nach der Verschiedenheit der Haut des Thieres. Sorgfältige individuelle Beobachtung jeder einzelnen Pocke und Entnahme der Lymphe vor dem Eintritt der Infiltration des Unterhautzellgewebes bilden die Hauptmomente einer richtigen Erkenntnis des zur Entnahme der Lymphe vom Kalbe geeigneten Zeitpunktes (Hay).

Die Wundreaction pflegt bei der animalen Impfung etwas stärker zu sein, als bei der humanisierten Lymphe, aber das Vorkommen schwererer Processe ist sicher nicht häufiger. Der Verlauf der animalen Vaccination ist jedenfalls ein langsamerer als bei der humanisierten Lymphe, er nimmt 21 bis 32 Tage in Anspruch, während nach der Impfung mit humanisierter Lymphe die Verheilung der Schutzpocken in 14 Tagen vollendet ist.

Die Übertragung von Thierkrankheiten ist durch die Auswahl und Untersuchung der Kälber vollkommen ausgeschlossen.

Weiter hat man die Verwendung der Pferdepockenlymphe angerathen. Es ist aber fraglich, ob diese Lymphe betreffs ihrer Wirksamkeit mit Vaccine identisch ist, und weiter wird die Befürchtung geäußert, dass hierbei die Übertragung des Rotzes in Betracht kommen kann.

Da die Vaccination, mag sie auf welche Art immer vorgenommen werden, nur für einen gewissen Zeitraum schützt, so empfehlen die Anhänger der Impfung den geschwundenen Schutz durch eine wiederholte Impfung (Revaccination) wieder zu erlangen. Bei der Revaccination soll sich die animale Lymphe weit wirksamer erweisen, als die humanisierte.

Im Deutschen Reiche wurde die Impfung obligatorisch gemacht. Auf Grund des Reichsimpfgesetzes vom 9. April 1874 müssen alle Kinder vor Ablauf des auf ihr Geburtsjahr folgenden Kalenderjahres, sowie alle Zöglinge öffentlicher Lehranstalten oder Privatschulen in demjenigen Jahre, in welchem sie ihr zwölftes Lebensjahr vollenden, geimpft werden, wenn nicht, infolge überstandener natürlicher Blattern, Befreiung eintritt. Die Vaccination und Revaccination, wenn ohne Erfolg, muss in den zwei nächstfolgenden Jahren wiederholt werden. Die Aufstellung des Impfregulativs ist den einzelnen Regierungen überlassen.

Anwendbar sind: Humanisierte Lymphe, die originäre, die retrovaccinale und die animale Lymphe, welche letztere jedoch zu Revaccinationszwecken nicht in den öffentlichen Gebrauch kommen soll.

Nur kräftige, gesunde Kinder mit reiner Haut und „vollkommenen“ Vaccinen dürfen als Stammimpflinge benützt werden. Letztere sollen bei öffentlichen Impfungen nicht unter sechs Monaten (wegen Syphilisübertragung) alt sein. Die Hälfte der Vaccinen eines Stammimpflings muss uneröffnet bleiben. Die Impfung soll als erfolgreich gelten, wenn zwei Impfpocken zur vollen Entwickelung gelangten.

Als Wiederimpfung von Erfolg ist eine solche anzusehen, nach welcher sich am Tage der Nachschau mindestens eine mehr oder weniger eingetrocknete Pustel oder die Borke von einer oder mehreren rasch in ihrer Entwickelung verlaufenden Pusteln sich befindet.

Drittes Capitel.

Die Theorien über die Entstehung der Immunität.

Die Erklärungsversuche der Theorien des Entstehens einer Immunität sind mehrere.

Die Erschöpfungshypothese (Klebs, Pasteur) nimmt an, dass bei der ersten Infection durch die Bacterien ein Stoff im Körper consumiert werde, dass demnach — falls dieser Stoff nicht regeneriert wird — die Bacterien ein zweites Mal keinen Nährboden im Organismus finden. Die Retentionshypothese (Chauveau, Wernich) erklärt die Unmöglichkeit einer zweiten Infection durch Anhäufung der Zersetzungsproducte der Bacterien, welche nach der erstmaligen Erkrankung im Körper zurückgeblieben sind, ferner hat man nicht näher zu charakterisierende Veränderungen aller Zellen oder gewisser Zellgebiete angenommen; endlich ist noch die Phagocytenhypothese zu nennen, nach welcher sich durch die Impfung die weißen Blutkörperchen gewöhnen sollten, virulentere Bacillen bei einer späteren Infection aufzuzehren.

Fast alle Hypothesen beschäftigen sich wesentlich mit der Immunität unter der Annahme, dass zur Immunität wie auch zur Erkrankung, die Bacterien (Parasiten in den Körper eindringen müssten; die früher angeführten Thatsachen lehren, dass zum mindesten in vielen Fällen eine Immunität auch nach Einspritzung gelöster Stoffe eintritt.

Dadurch ändert sich naturgemäß die Anschauung über die Immunität. Die letztere wird den Erscheinungen nahegerückt, die wir als Gewöhnungserscheinungen bei den Giften schon lange kennen.

Bei einer großen Zahl von Giften weiß man, dass durch öfteren Genuss derselben ihre specifische Wirkung sich verringert. Arsenikesser und Morphinisten geben dafür die bekanntesten Beispiele: beide nehmen recht häufig nach langer Gewohnheit solche Dosen auf, dass diese zur sicheren Tödtung anderer Individuen hinreichen würden. Die Wirkungen der Gewöhnung halten mitunter recht lange nach. Dergleichen Gewöhnungen auch nach einmaliger Dosis sind für manche Thiere gleichfalls bekannt.

Der Gewöhnungsvorgang erfolgt vielfach durch allmähliche Concentrationssteigerungen des Giftes. Die Gifte unterscheiden sich von den vielen anderen chemischen Verbindungen, welche als Nahrungsmittel in den Körper hinein gelangen, dadurch, dass sie auf die lebende Substanz im allgemeinen oder doch nur auf gewisse Organe oder Theile eines Organes (Gruppen von Ganglienzellen, Centren) activ einwirken und moleculare Umlagerungen erzeugen. Erfolgen solche Umlagerungen im Protoplasma plötzlich und massenhaft, so können diese verderblich wirken, wie auch die plötzliche Umlagerung durch den elektrischen Strom im Muskel zum Reiz wird, indes die allmähliche Steigerung des Stromes ohne Störung bleibt.

Zwischen den Gewöhnungen an Giften und manchen Schutzimpfungen sind nur quantitative Unterschiede vorhanden. Die Schutzimpfungen sind meist Gewöhnungen, die auf die Aufnahme von wenigen Dosen wirken, und Körper, deren Wirkung zum Theil eine große Nachhaltigkeit bewirkt. Es wäre denkbar, dass diese Nachhaltigkeit der Wirkung in der Eiweißnatur mancher Impfstoffe, wodurch eine Einführung in den Molecularbau der lebenden Zelle erleichtert wird, zu suchen ist. Bei den neueren Ergebnissen legt man Gewicht auf den Umstand, dass nicht die Zellen die Immunisierung gewinnen, sondern die immunisierenden Körper im Serum seien; doch würde damit die frühere vielfach angenommene Gewöhnungs-Theorie noch nicht unhaltbar.

Literatur. Kitt, Wert und Unwert der Schutzimpfungen gegen Thierseuchen. Berlin 1886. — Pfeifer, Die Vaccination. Tüb. 1884. — Freund, Die animale Vaccination. Breslau 1887.

Sechzehnter Abschnitt.

Die Organisation der öffentlichen Gesundheitspflege.

Erstes Capitel.

Deutschland.

Um den hohen sanitären Aufgaben, welchen der Staat im Interesse des allgemeinen Wohles sich zu entziehen nicht in der Lage ist, gerecht zu werden, bedarf es einer zweckentsprechenden Organisation der öffentlichen Gesundheitspflege.

Da wir bereits unter den verschiedenartigsten Verhältnissen auf die speciellen Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege und gewisse von ihr zu lösende Tagesfragen hingewiesen haben, erübrigt nur noch zu zeigen, durch welche Form oder Organisation die größeren Staaten ihre Aufgaben zu erreichen bestrebt sind.

In Deutschland besteht als einzige für die Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege bestimmte Reichsbehörde das Reichsgesundheitsamt seit 1875. Es ist eine technische Behörde. Durch Reichsverordnung wurde sodann geregelt: die Ausübung der ärztlichen Praxis, der Verkehr mit Arzneimitteln, ferner ein Reichsimpfgesetz, das Nahrungsmittelgesetz (Schutz gegen Verfälschungen), Gesetze zum Schutze jugendlicher Arbeiter und Frauen, ferner zur Abwehr und Unterdrückung der Viehseuchen erlassen.

Im übrigen ist die öffentliche Gesundheitspflege, sowie die Überwachung derselben den einzelnen Landesregierungen überlassen und keine einheitliche. Was nun in erster Linie die Organisation Preußens anlangt, so wurde schon im Jahre 1685 unter der Regierung des großen Kurfürsten Friedrich Wilhelm eine Centralmedicinalbehörde eingesetzt, welcher die Beaufsichtigung und Prüfung der Medicinalpersonen (Ärzte, Apotheker) oblag. Im Jahre 1719 wurde in Berlin ein „Collegium Sanitatis" installiert, welches die epidemischen Verhältnisse des Landes zu überwachen hatte. Als im Jahre 1762 jede Provinz ein Sanitätscollegium erhielt, wurde das in der Hauptstadt befindliche Sanitätscollegium zum „Obersanitäts-Collegium" erhoben und ihm die Aufsicht über alles,

was die Erhaltung der Gesundheit und Abwendung allgemeiner Krankheitsursachen unter Menschen und Vieh betrifft, übertragen. Es bestand aber nebenbei noch die oben erwähnte Central-Medicinalbehörde, unter der ebenfalls Provinzial-Medicinalbehörden eingesetzt wurden. Beide Kategorien von Behörden, welche ursprünglich vollständig getrennt waren, wurden im Jahre 1799 sowohl in Berlin wie in den Provinzen miteinander verschmolzen und es entstand ein Obercollegium medicum et sanitatis und mehrere Provincialcollegia medica et sanitatis.

Die Provincialcollegien waren keiner anderen Behörde subordiniert als dem Obercollegium in Berlin und dem Chef des Medicinaldepartements und nahmen demnach eine ziemlich unabhängige Stellung ein.

Diese für die damalige Zeit treffliche Organisation erlitt sehr bald eine verhängnisvolle Umgestaltung, indem eine Verordnung vom 16. December 1808 unter Hinweis, „dass der inneren Geschäftsverwaltung die größtmöglichste Einheit, Kraft und Regsamkeit zu geben und sie in einem obersten Punkte zusammenzufassen sei") das Obercollegium aufhob, die gesammten Medicinalangelegenheiten dem Ministerium des Inneren unterstellte und an Stelle der mit einer gewissen Jurisdiction bekleideten Medicinal- und Sanitätscollegien eine sogenannte „wissenschaftliche Deputation für das Medicinalwesen" einsetzte, welche zur bloßen consultativen Verwendung im Ministerium des Innern herabsank.

Die neue Organisation führte zu verschiedenen Conflicten, so dass man schwache Versuche machte, im Sinne der früheren Ordnung die Provinzial-Medicinalcollegien zu errichten. Da man auch in dieser Beziehung nicht weiterkam, wies man im Jahre 1849 das gesammte Medicinalwesen endgültig dem Ministerium für Cultus- und Medicinalangelegenheiten zu.

Seitdem besteht nun folgende Organisation:

Der Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten ist zum Erlass sanitätspolizeilicher Vorschriften für den ganzen Staat befugt. Er leitet das gesammte Sanitätswesen; ihm sind die wissenschaftliche Deputation für das Medicinalwesen und die technische Commission für pharmaceutische Angelegenheiten als consultative Körperschaften untergeordnet. Das Veterinärwesen ist seit dem Jahre 1872 in das Ministerium für Landwirtschaft übergegangen.

Die Leitung der medicinalen und sanitätspolizeilichen Angelegenheiten führt für jede Provinz der betreffende Oberpräsident, dem als rathgebende Behörde ein Provincial-Medicinalcollegium beigegeben ist, während die laufenden Geschäfte ein Regierungs-Medicinalrath besorgt. Instructionsgemäß hat letzterer alljährlich einen Theil der Provinz zu bereisen.

Die Provinzen sind in Kreise eingetheilt, denen Landräthe, respective die Kreishauptleute, vorstehen. Sie sind verpflichtet, auf Alles zu achten, was die öffentliche Gesundheit betrifft, bei Epidemien und Epizootien Maßregeln zur Verhütung der Ausbreitung und zur Bekämpfung zu treffen und die erlassenen Vorschriften auszuführen. Jedem Landrath, beziehungsweise Kreishauptmann, stehen der Kreisphysicus und der Kreisthierarzt, welche Organe der Regierung sind, berathend zur Seite. Dem Kreisphysicus steht das Recht zu directen Anordnungen sanitätspolizeilicher Maßnahmen nur in ganz dringenden Fällen zu,

wenn der Landrath nicht alsbald anzutreffen ist; in der Regel hat er sich auf technischen Beirath zu beschränken. Der Schwerpunkt seiner Amtsthätigkeit ist die sachverständige Beurtheilung förmlicher Angelegenheiten. Die Handhabung der örtlichen Gesundheitspflege ist in Preußen Sache der Localpolizeiverwaltung, da nach dem Gesetze vom 11. März 1850 die Polizeibehörden „die Sorge für Leben und Gesundheit, den Schutz der Personen“ zu überwachen haben. In Baden, Hessen-Darmstadt, Hamburg ist die Sanitätsverwaltung am besten geregelt.

Auf einer zweckmäßigeren Grundlage, als in Preußen, wurde das Sanitätswesen in Elsass-Lothringen organisiert. Man gieng dabei von dem Princip aus, die Ansprüche einer vorgeschrittenen Hygiene mit der örtlichen Tradition des Landes einerseits und mit den allgemeinen Verwaltungsformen der neuen Regierungsbehörde andererseits in möglichsten Einklang zu bringen.

Die oberste Leitung des Sanitätswesens liegt in den Händen des Oberpräsidenten, dem ein Regierungsrath und ein Medicinalrath beigeordnet ist; derselbe ist berechtigt und verpflichtet, die Initiative über alle das Land gesundheitlich berührenden Fragen zu ergreifen und zu referieren.

Auch die bei den Bezirksregierungen fungierenden Regierungs- und Medicinalräthe haben die gleichen Rechte und Pflichten, jedoch nur mit Bezug auf ihren Bezirk. Sie sind Mitglieder der Kreisgesundheitsräthe in den Bezirkshauptorten und haben die Befugnis, den Sitzungen der übrigen Gesundheitsräthe ihres Bezirkes beizuwohnen.

Jeder Bezirk zerfällt in einige Kreise; in jedem Kreis fungiert als Gesundheitsbeamter ein Kreisarzt. Er hat alle vom Kreisvorstand ihm überwiesenen Aufträge zu erledigen und überhaupt alle Medicinalangelegenheiten seines Kreises zu bearbeiten.

Außerdem besteht für jeden Kreis ein Gesundheitsrath, der aus Ärzten, Technikern und hervorragenden Bürgern zusammengesetzt ist. Ihm gehört ex officio auch der Kreisarzt an.

Die ärztlichen Sanitätsbeamten haben keine Verpflichtung, gerichtliche Functionen vorzunehmen; ihre Zuziehung ist vielmehr nur eine facultative, da die Gerichte auch nicht beamtete Ärzte berufen können.

Unter den einzelnen Staaten des Deutschen Reiches sind es namentlich Preußen, Bayern, Sachsen, Baden und die Städte Frankfurt und Hamburg, welche hervorragende Leistungen auf dem Gebiete der Gesundheitspflege aufzuweisen haben. Zu diesen Leistungen sind zunächst zu zählen die jährlichen Veröffentlichungen alles dessen, was aus amtlichen oder sonstigen Quellen inbezug auf die sanitären Zustände des Landes und auf die zu deren Verbesserung unternommenen Maßregeln Bezug hat. Weiter sind zu erwähnen die zahlreichen Arbeiten über Mortalitätsstatistik. Von Wichtigkeit ist auch der Umstand, dass seit einigen Jahren die Ärzte in Süddeutschland bestrebt sind, einen größeren Einfluss, als bisher, auf die Förderung der öffentlichen Gesundheitspflege auszuüben, und zwar durch die Creierung ärztlicher Repräsentanzkammern. Am vollständigsten organisiert sind dieselben seit Jahren in Bayern, wo durch königliche Verordnung vom 10. August 1871 die Errichtung einer Ärztekammer in jedem Regierungsbezirk verfügt wurde. Diese Ärztekammer ist befugt, über Fragen und Angelegenheiten zu verhandeln, welche entweder die ärztliche Wissenschaft als

solche, oder das Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege betreffen, oder auf die Wahrung und Vertretung der Standesinteressen der Ärzte sich beziehen.

Österreich.

Die Organisation der öffentlichen Gesundheitspflege in Österreich ist zum Theil eng verknüpft mit der Gesammtorganisation des Staates. Er besteht aus zwei Staaten mit getrennten Ministerien und getrennten Volksvertretungen.

Die oberste Leitung der gemeinsamen Angelegenheiten Österreich-Ungarns führen drei Minister, der Minister des Äußeren, der Reichskriegsminister und der Reichsfinanzminister. Für die parlamentarische Verhandlung gemeinsamer Angelegenheiten wird die Delegation einberufen, welche aus beiden Volksvertretungen hervorgegangen ist.

Die Organisation der Verwaltung in Ungarn ist eine einfache. Das Königreich ist in mehrere Comitate eingetheilt, an deren Spitze ein Gespan steht. Die Comitate zerfallen in Bezirke.

Österreich (Cisleithanien) besteht aus mehreren Provinzen, deren Verwaltung theils dem Statthalter oder Landeshauptmann, theils dem Landesausschuss zusteht. Jede Provinz zerfällt in Bezirke, an deren Spitze ein Bezirkshauptmann steht. Deren unterster Verwaltungskörper bildet die Einzelgemeinde, welche einen Bürgermeister als Vorstand wählt.

Diesen verschiedenen Verwaltungsstufen entsprechend, hat sich auch die Organisation des Sanitätswesens entwickelt. Bei der politischen Eintheilung des Landes ist die Durchführung einheitlicher Bestimmungen unmöglich, weshalb auch das Gesetz vom 30. April 1870, welches wesentliche Fortschritte auf sanitärem Gebiete brachte, nur allgemeine Anordnungen enthält.

Der Staatsverwaltung ist die oberste Leitung der gesammten Medicinalangelegenheiten übertragen. Es obliegt ihr die Evidenzhaltung und Beaufsichtigung des Heilpersonals der Heil- und Humanitätsanstalten, Brunnen, Curorte und Bäder, sie hat die Gesetze über ansteckende Krankheiten zu handhaben, den Verkehr mit Giften und Medicamenten, die Todtenbeschau, das Begräbniswesen, die Impfung zu überwachen. Beim Ministerium des Innern ist ein oberster Sanitätsrath eingesetzt und ein Arzt als Referent für alle Sanitätsangelegenheiten bestellt. Der oberste Sanitätsrath ist das berathende und begutachtende Organ für die Sanitätsangelegenheiten der im Reichsrathe vetretenen Königreiche und Länder und hat bei Besetzung von Stellen des öffentlichen Sanitätsdienstes sein Gutachten abzugeben.

Am Sitze jeder politischen Landesbehörde ist ein Landessanitätsrath eingesetzt mit einem Landessanitätsreferenten, sowie einem Landesthierarzte. Der Landessanitätsrath ist das berathende und begutachtende Organ für die dem Landeschef obliegenden sachlichen wie personellen Sanitätsangelegenheiten des Landes. Beide Kategorien des Sanitätsrathes sind berechtigt, aus eigener Initiative Anträge auf Verbesserung der sanitären Verhältnisse und auf die Durchführung der bezüglichen Maßnahmen zu stellen.

Der selbständige Wirkungskreis der Gemeinden soll hinsichtlich der öffentlichen Gesundheitspflege umfassen die Handhabung der sanitätspolizeilichen Vorschriften inbezug auf Straßen, Wege, öffentliche Versammlungsorte, Wohnungen, Canäle, Senkgruben, fließende und stehende Gewässer, Trink- und Nutzwasser, Lebensmittel, öffentliche Badeanstalten — die Fürsorge für Hilfeleistung bei Erkrankungen, Entbindungen,

plötzlichen Unglücksfällen, die Überwachung der Pflege von Findlingen, Taubstummen, Irren, Cretins, die Errichtung und Instandhaltung der Aasplätze. Ferner obliegt der Gemeinde im übertragenen Wirkungskreis die Durchführung örtlicher Vorkehrungen zur Verhütung und Bekämpfung von Seuchen — die Handhabung der sanitätspolizeilichen Vorschriften über Begräbnisse — die Todtenbeschau — die Mitwirkung bei der Impfung, bei Leichenausgrabungen; bei der Ausführung von Maßregeln gegen Epizootien — die unmittelbare Überwachung der privaten Heil- und Gebäranstalten — die unmittelbare Überwachung der Aasplätze — die Erstattung periodischer Sanitätsberichte.

Dem Bezirkshauptmann, als staatlichen Leiter der Sanitätsangelegenheiten seines Bezirkes, ist ein Bezirksarzt untergeordnet. Dem Bezirksarzt sind in seinem Amtsbezirke folgende Geschäfte zugewiesen: die Beaufsichtigung der sanitätspolizeilichen Wirksamkeit der Gemeinden, die Controle über das Heilpersonal, über den Verkehr mit Giften und Medicamenten, über die Heil- und Humanitätsanstalten, Bäder, Curorte, Apotheken, offensive Gewerbe. Er soll auch bei Epidemien Vorschläge machen, bei Gefahr im Verzuge unmittelbar unter eigener Verantwortlichkeit einschreiten, die ihm aufgetragenen sanitätspolizeilichen Untersuchungen vornehmen, darüber ein Gutachten abgeben und den Bezirk, so oft das erforderlich ist, bereisen.

Leider besitzen sowohl der oberste Sanitätsrath als der Landessanitätsrath nur eine consultative Bedeutung und sind den betreffenden polizeilichen Behörden mit der ausdrücklichen Bestimmung untergeordnet, dass sie keine anderen amtlichen Beziehungen unterhalten dürfen, als mit diesen ihnen vorgesetzten Behörden, und sind deshalb bei Abgabe von Gutachten außer Stande, durch Inspectionen, directe Correspondenzen etc. sich selbständig zu informieren.

Es blieb der Landesgesetzgebung vorbehalten, die näheren Bestimmungen bezüglich der zur Ausübung der Gesundheitspolizei seitens der Gemeinden erforderlichen Einrichtungen zu verfassen. Leider haben aber bisher alle Landtage, den mährischen ausgenommen, die betreffenden Gesetzverordnungen abgelehnt.

Zweites Capitel.

England.

Der Organisation Englands liegt das Princip der Selbstverwaltung und Decentralisation zu Grunde. Der leitende Grundsatz ist, dass alle Angelegenheiten von localem Interesse möglichst von Localverwaltungsgebüren erledigt werden, während der Staatsbehörde zum Theil die Anregung, hauptsächlich aber die Oberaufsicht und Überwachung zufallen soll.

Diesem Grundgedanken gemäß wurde 1848 mit der „Public Health Act“ die eigentliche Organisation im Sanitätswesen begonnen, ein Centralgesundheitsamt eingerichtet, welches die Ortsgesundheitsbehörden zu beaufsichtigen hatte. Dieses Gesetz war anfangs noch nicht obligatorisch, konnte aber auf den Antrag von wenigstens einem Zehntel der Steuerzahler eines Ortes oder auf Grund des Nachweises, dass die Mortalität einer Gemeinde während der letzten Jahre durchschnittlich mehr als 23 pro mille betragen habe, eingeführt werden. Wo dieses Gesetz eingeführt wurde, da mussten locale Gesundheitsbehörden (Local Boards) installiert werden. Dieses Gesetz wurde erläutert durch weitere Bestimmungen über die Beseitigung sanitärer Übelstände, über die Bekämpfung von Epidemien und ansteckenden Krankheiten, über Wohnungen der arbeitenden Classe, über Herbergen u. s. w. Das oberste Gesundheitsamt wurde nach kaum zehnjähriger Wirksamkeit wieder aufgehoben. Seine Befugnisse und Obliegenheiten überwies man theils dem sogenannten Privy Council, theils dem Ministerium des Innern.

Ein zweites Sanitätsgrundgesetz, die Local Government Act 1858, verlieh dem Minister des Innern weite Vollmachten hinsichtlich der Vereinigung von Gemeinden zu Sanitätsbezirken, erklärte ihn für die höchste Verwaltungsinstanz in sanitarischen Angelegenheiten und erweiterte den Wirkungskreis der Ortsgesundheitsbehörden. Den Ortsgesundheitsbehörden „Local Boards", wurde die Befugnis ertheilt, inbezug auf insalubre und gefährliche Wohnungen, Neubauten, Wasserversorgung, Abfuhrwesen, Unschädlichmachung und Verwertung des Canalinhalts alles für zweckmäßig Erachtete anzuordnen. Außerdem erscheinen eine Menge „Acts" für specielle Lebens- und Industrieverhältnisse, z. B. über Arbeiter- und Miethwohnungen, über Verfälschung der Nahrungsmittel, über chemische Fabriken, Kohlenbergwerke, öffentliche Gewerbe, Verwertung von Canalinhalt, über Impfung und Prostitution, über öffentliche Erholungsplätze u. s. w. Besonders wichtig ist auch die „River Pollution Act 1876", welche die Verunreinigung der Flüsse durch festen und flüssigen Canalinhalt verbietet.

Man erkannte aber nach und nach, dass die Unvollkommenheit der Gesundheitsverwaltung in der Vielfältigkeit und Verwirrung der Gesetze der Behörden und im Mangel einer einheitlichen Oberbehörde ihren Grund habe. Die Reorganisation erfolgte durch den „Local Government Act 1871" und der „Public Health Act 1872".

Die wesentlichsten Züge des Gesetzes sind folgende: Das ganze Land, die Hauptstadt ausgenommen, wird in Sanitätsdistricte eingetheilt, deren jeder unter einer localen Gesundheitsbehörde stehen soll. Diese Behörde hat das Recht, die ihnen zustehenden Functionen an besondere, von ihnen gewählte Ausschüsse zu übertragen oder aber auch besondere Commissionen für einen Theil des Districtes oder ein Kirchspiel zu ernennen. Die Befugnisse der localen Sanitatsbehörden wurden in ähnlicher Weise geregelt, wie in früheren Gesundheitsacten. Sie haben das Recht der Anstellung und Entlassung der Beamten des Saniätsdistrictes. Jeder Sanitätsdistrict muss einen ärzlichen Gesundheitsbeamten, sowie einen polizeilichen Sanitätsbeamten (Übelstandsinspector) und das entsprechende Bureau haben. Eine Förderung größerer sanitarischer Werke soll dadurch erreicht werden, dass jede Sanitätsbehörde unter bestimmten Bedingungen zu dem genannten Zwecke das Recht erhält, Anlehen zu contrahieren. Ferner erhält jede Sanitätsbehörde die Befugnis, gegen Entschädigung des Besitzers, Kleidungsstücke u. s. w. zu vernichten, wenn eine Infection durch Krankheitsstoffe stattfand. Es liegt demnach die englische Pflege der öffentlichen Gesundheit in der Hand der Ortspolizeibehörden. Neben den localen Sanitätsbehörden besteht ein Centralamt, welches die Oberaufsicht über die Districtsanitätsbehörden führt. Diese Aufsichtsbehörde besteht aus einem von der Königin zu ernennenden Präsidenten und aus ordentlichen Mitgliedern, nämlich den sämmtlichen Ministern, dem Lord Siegelbewahrer, dem Lord Schatzkanzler und dem Lordpräsidenten des Staatsrathes. Die erforderlichen Beamten, Inspectoren, Secretäre u. s. w. werden von der Behörde selbst ernannt. Die von dieser Behörde abgesendeten Inspectoren haben das Recht, allen Sitzungen des Localbehörden anzuwohnen, Localinspectionen vorzunehmen, Zeugen zu hören, Einsicht von Acten und Rechnungen zu nehmen.

Das Centralamt prüft, verarbeitet und fasst zusammen die aus den verschiedenen Quellen eingelaufenen Berichte, stellt auf Grund derselben den allgemeinen Gesundheitszustand fest, und veröffentlicht die Ergebnisse, verfolgt an der Hand eben desselben Materials die Fortschritte und Leistungen auf den wichtigeren Gebieten der Hygiene und geht, mit sachverständigen Kräften ausgerüstet, den localen Gesundheitsbehörden mit ihrem Rathe zur Hand. Das Centralamt ist auch berechtigt, gegen renitente und säumige Ortsgesundheitsbehörden einzuschreiten und Beschwerden über das Thun und Lassen der Localbehörden zu prüfen.

Für London und für alle Städte von 25.000 und mehr Einwohnern ist 1875 ein besonderes Gesetz erlassen worden, welches im Principe mit dem „Public Health Act 1872" übereinstimmt und sich durch eine sorgfältige Revision der Bestimmungen auszeichnet. Die Pflichten und Rechte der Localbeamten sind in einer Instruction der Oberbehörde präcis zusammengefasst. Die Gesundheitsbeamten müssen zu unregelmäßigen und unbestimmten Zeiten durch Augenschein von dem Gesundheitszustande in ihrem Districte sich überzeugen, die Entstehungs- und Verbreitungsweise der Krankheiten erforschen und feststellen, bei Ausbruch ansteckender Krankheiten ohne Verzug den betreffenden Ort besuchen, die nöthigen Maßregeln anordnen und überwachen, gegen Wohnungsüberfüllung einschreiten, Untersuchungen von verdächtigen Nahrungsmitteln und Getränken vornehmen, allen gemeinschädlichen Gewerbsthätigkeiten nachforschen und Vorschläge über die geeigneten Mittel zu ihrer Assanierung vorbringen. Die Gesundheitsbeamten müssen am Ende eines jeden Jahres einen Generalbericht über Krankheitsverhältnisse, schädliche Einflüsse der Wohnungen und Industrie, überhaupt über ihre gesammte Thätigkeit an die Oberbehörde einsenden. Alle Vierteljahre ist eine Morbilitäts- und Mortalitätstabelle an das oberste Gesundheitsamt einzureichen.

Der Übelstandsinspector ist verpflichtet, allen Sitzungen der Gesundheitsbehörde beizuwohnen, durch gelegentliche nach Bedürfnis vorgenommene Inspectionen sich über alle Übelstände innerhalb ihres Districtes zu unterrichten, über alle sanitär bedeutsamen Gewerbe Bericht zu erstatten, jede Beschädigung der Wasserleitungen anzumelden, feilgehaltene Nahrungsmittel zu revidieren, dem ärztlichen Gesundheitsbeamten unverügliche Anzeige von dem Auftreten irgend welcher ansteckender Krankheit zu machen. Der Übelstandsinspector hat unter Oberaufsicht der Gesundheitsbehörde den Anordnungen des ärztlichen Gesundheitsbeamten Folge zu leisten behufs aller Maßregeln, welche kraft der bestehenden Gesetze zur Verhütung der Ausbreitung von Infectionskrankheiten getroffen werden können.

Frankreich.

Die ganze Organisation des französischen Staatswesens zeigt eine straffe Centralisierung, welche einer freien bürgerlichen Selbstverwaltung hinderlich ist. Alle administrativen Befugnisse strahlen einzig und allein vom Regierungscentrum aus, als dessen Delegierter der Präfect in einer nach unten souveränen Machtvollkommenheit theils selber waltet, theils seine Unterpräfecten und die ebenfalls von der Regierung abhängigen Maires walten lässt.

Das ganze Land ist in Verwaltungsbezirke, Departements eingetheilt. An der Spitze der Departementalverwaltung steht der Präfect. Jedes Departement zerfällt in mehrere Arrondissements, jedes Arrondissement umfasst mehrere Cantone, an deren Spitze der Unterpräfect steht. Als letzter Verwaltungskörper figuriert die Gemeinde, an deren Spitze der Maire fungiert.

Der Präfect vereinigt mit sämmtlichen übrigen Verwaltungsfunctionen auch jene der öffentlichen Gesundheitspflege, doch steht ihm ein Gesundheitsrath zur Seite. Diese Gesundheitsräthe wurden erst im Jahre 1848 für das ganze Frankreich eingerichtet, und zwar nicht bloß für jedes Departement, sondern außerdem für jedes Arrondissement und für jeden Canton. Für die Arrondissements sind es die Unterpräfecten, für die Cantone die Maires der Hauptcantonalorte, welche die Gesundheitsräthe nach ihrem Ermessen einberufen, ihnen Fragen vorlegen und bei ihren Berathungen den Vorsitz führen. Insbesondere können sie über folgende Punkte befragt werden:

a) Assanierung der Örtlichkeiten und der Wohnungen, *b)* Maßregeln zum Schutze gegen endemische, epidemische und übertragbare Krankheiten, *c)* Epizootien, *d)* Impfwesen, *e)* Armenpflege, *f)* Mittel zur Verbesserung der sanitären Verhältnisse der Fabriks- und Ackerbaubevölkerung, *g)* gesundheitsgemäße Beschaffenheit der Werkstätten, Schulen, Hospitäler, Irrenhäuser, Kasernen, Gefängnisse, Arbeitshäuser, Asyle, *h)* Findelwesen, *i)* Beschaffenheit der im Handel vorkommenden Nahrungs-, Genuss- und Arzneimittel, *k)* Verbesserung der Mineralwasseranstalten und die Mittel, dieselben auch den Armen zugute kommen zu lassen, *l)* Gesuche um Genehmigung zum Betriebe von gesundheitsschädlichen lästigen und gefährlichen Gewerben, *m)* Anlage und Erbauung öffentlicher Anstalten, Schulen, Gefängnisse, Canäle, Fontainen, Markthallen, Kirchhöfe, soweit dies die öffentliche Gesundheitspflege angeht.

Die Arrondissementsgesundheitsräthe sammeln und Ordnen die auf die Sterblichkeit und deren Ursachen, auf die Topographie und Statistik des Arrondissements bezüglichen Documente, welche dem Präfecten übersendet werden.

Auch für Paris ist die Organisation im Principe dieselbe. Außerdem aber besteht daselbst eine Commission des logements insalubres, welche durch das Gesetz vom 22. April 1850 für ganz Frankreich facultativ eingeführt wurde, aber nur in der Hauptstadt zur praktischen Geltung kam.

Dem Ministerium steht als Fachrath das „Comité consultatif d'hygiène de France" zur Seite. Dieses Comité hat einen Präsidenten, einen Secretär und ungefähr 20 ordentliche Mitglieder, die vom Minister ernannt werden und theils Ärzte, theils Pharmaceuten, Architekten, Ingenieure und Verwaltungsbeamte sind.

Die ärztlichen Kreise in Frankreich sind sich vollkommen darüber klar, dass die gegenwärtige Organisation eine sehr mangelhafte ist, weshalb man auf eine Reform des Sanitätswesens drängt und die Forderung eines besonderen Ministeriums für öffentliche Gesundheitspflege aufstellt.

Register.

W.

Z.

Date Due

